

# IG DHS

Interessengemeinschaft  
Detailhandel Schweiz

## „Die Zukunft der Separatsammlungen von Altwertstoffen in der Schweiz“



**7. April 2011**

Erstellt durch

**REDILO GmbH**

**Raymond Schelker**  
Tel. d. 061 713 18 88  
[schelker@redilo.ch](mailto:schelker@redilo.ch)

**Patrik Geisselhardt**  
Tel. d. 041 712 37 77  
[geisselhardt@redilo.ch](mailto:geisselhardt@redilo.ch)

# Inhaltsverzeichnis

<b>INHALTSVERZEICHNIS .....</b>	<b>2</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>5</b>
<b>1 EINFÜHRUNG.....</b>	<b>8</b>
1.1 AUFBAU BERICHT.....	8
1.2 GESETZLICHE GRUNDLAGE .....	9
1.3 EINFÜHRUNG SEPARATSAMMLUNGEN SCHWEIZ.....	10
1.4 AUSGANGSLAGE, ZIELSETZUNG UND SYSTEMGRENZE.....	12
1.5 VORGEHEN, METHODIK .....	15
1.6 ABGRENZUNG ZUM PROJEKT KUNSTSTOFF-VERWERTUNG SCHWEIZ .....	16
<b>2 AUSGANGSLAGE – BLICK INS AUSLAND.....</b>	<b>17</b>
2.1 BLICK INS AUSLAND – SYSTEME / VERSUCHE .....	17
2.2 FAKTEN BLICK INS AUSLAND.....	18
<b>3 AUSGANGSLAGE – SORTIERUNG.....</b>	<b>20</b>
3.1 EINFÜHRUNG AUSGANGSLAGE SORTIERUNG .....	20
3.2 CROSS-KONTAMINATION – GEMISCHT-SAMMLUNG .....	21
3.3 MÖGLICHKEITEN / GRENZEN SORTIERTECHNOLOGIE.....	22
3.4 BEISPIEL-SPEZIFIKATION EINER SORTIERANLAGE .....	24
3.5 FAKTEN SORTIERUNG (INKL. ERFAHRUNGEN AUSLAND).....	25
<b>4 AUSGANGSLAGE – BALLENVERSUCH SORTIERBARKEIT .....</b>	<b>27</b>
4.1 ZIELE DER VERSUCHE .....	27
4.2 FAZIT DES BALLENVERSUCHS .....	28
<b>5 POTENTIALE – NEUE FRAKTIONEN .....</b>	<b>30</b>
5.1 EINFÜHRUNG POTENTIALE – NEUE FRAKTIONEN .....	30
5.2 ÜBERSICHT POTENTIALE .....	31
5.3 KRITERIEN BEWERTUNG - NUTZWERTANALYSE.....	32
5.4 RESULTATE NUTZWERTANALYSE MIT HAUPT- UND ERGÄNZENDEN KRITERIEN .....	33
5.5 RESULTATE ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG (UBP 2006).....	34
5.6 RESULTATE ÖKO-EFFIZIENZ (ÖKONOMISCH, ÖKOLOGISCH) .....	36
5.7 FAZIT NEUE FRAKTIONEN.....	38
<b>6 POTENTIALE – VEREINFACHUNGEN UND SZENARIEN .....</b>	<b>40</b>
6.1 EINFÜHRUNG POTENTIALE – VEREINFACHUNG SAMMLUNG .....	40
6.2 WICHTIGE VORAUSSETZUNGEN: VEREINZELBARKEIT UND SORTIERBARKEIT.....	41
6.3 AUSSCHLUSSKRITERIEN FRAKTIONEN – ERKENNTNISSE FÜR DAS BILDEN VEREINFACHTER SZENARIEN .....	43
6.4 NUTZWERTANALYSE MÖGLICHER VEREINFACHUNGEN .....	46
6.5 FAZIT VEREINFACHUNG SAMMLUNG .....	48

6.6	ERGÄNZUNG – WEITERE ASPEKTE DER VEREINFACHUNG .....	48
<b>7</b>	<b>GESAMTNUTZEN MITTELS FUZZY-SET-THEORIE.....</b>	<b>50</b>
7.1	EINFÜHRUNG / VORGEHEN FUZZY-SET .....	50
7.2	EINGANGS-VARIABLEN (INPUT) .....	52
7.3	AUSGANGS-VARIABLEN (OUTPUT) UND REGELBLÖCKE .....	53
7.4	DAS ENTWICKELTE FUZZY-SET-MODELL .....	56
7.5	HAUPTINDIKATOREN – EINFLUSSGRÖSSEN UND WIRKUNGEN .....	57
7.6	ERGEBNISSE DER BEWERTUNG MITTELS FUZZY-SET.....	60
	7.6.1 <i>Potentiale – neue Fraktionen</i> .....	61
	7.6.2 <i>Neue Fraktionen: Getrennt oder gemischt sammeln?</i> .....	63
7.7	ZUSAMMENFASSENDE FAKTEN DER FUZZY-SET-BEWERTUNG .....	66
<b>8</b>	<b>FAKTENBLÄTTER POTENTIALE NEUE FRAKTIONEN .....</b>	<b>67</b>
8.1	KUNSTSTOFF-HOHLKÖRPER .....	67
8.2	GETRÄNKEKARTON .....	68
8.3	KUNSTSTOFF-TRAGTASCHEN .....	69
8.4	KUNSTSTOFF-FOLIEN .....	70
8.5	KUNSTSTOFF SCHALEN, BECHER, DOSEN .....	71
8.6	KAFFEEKAPSELN (ALU, KUNSTSTOFF).....	72
8.7	CD / DVD .....	73
<b>9</b>	<b>FAKTENBLÄTTER POTENTIALE VEREINFACHUNGEN / SZENARIEN.....</b>	<b>74</b>
9.1	PE-MILCHFLASCHEN + KUNSTSTOFF-HOHLKÖRPER .....	74
9.2	PE-MILCHFLASCHEN + KUNSTSTOFF-HOHLKÖRPER + GETRÄNKEKARTONS .....	75
9.3	PE-MILCHFLASCHEN + KUNSTSTOFF-HOHLKÖRPER + GETRÄNKEKARTONS + PET- GETRÄNKEFLASCHEN .....	76
<b>10</b>	<b>DISKUSSION DER RESULTATE.....</b>	<b>77</b>
<b>11</b>	<b>ANHANG – ZUSAMMENFASSENDE AUSSAGEN ZU SEPARATSAMMLUNGEN.....</b>	<b>80</b>
<b>12</b>	<b>ANHANG – EINFLUSS DURCH ENTWICKLUNGEN IM MARKT.....</b>	<b>82</b>
12.1	ENTWICKLUNG PRIMÄR- UND SEKUNDÄRMARKT.....	82
12.2	SEKUNDÄR-EFFEKTE .....	83
<b>13</b>	<b>ANHANG – SAMMELORT: DETAILHANDEL VERSUS GEMEINDE.....</b>	<b>84</b>
<b>14</b>	<b>ANHANG – GETRENNT VS. GEMISCHT SAMMELN.....</b>	<b>86</b>
<b>15</b>	<b>ANHANG – HAUSHALTSNAHE SAMMLUNG .....</b>	<b>88</b>
15.1	DEFINITION UND EINFÜHRUNG .....	88
15.2	BEISPIEL BELGIEN PMD.....	88
15.3	UMSETZUNG IN DER SCHWEIZ?.....	89
<b>16</b>	<b>ANHANG – WORKSHOP VOM 22.10.2010.....</b>	<b>90</b>

17	<b>ANHANG – MARKTSCHÄTZUNG KUNSTSTOFF-HOHLKÖRPER.....</b>	<b>93</b>
18	<b>ANHANG – ABKÜRZUNGEN / BEGRIFFE .....</b>	<b>94</b>
19	<b>ANHANG – PROJEKTORGANISATION.....</b>	<b>97</b>
20	<b>ANHANG – REDILO .....</b>	<b>98</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Überblick Sammel- und Recyclingsysteme BAFU 2007 .....	10
Abbildung 2 Entwicklung Siedlungsabfälle Schweiz 1980-2009, BAFU .....	11
Abbildung 3 Mengenaufteilung Siedlungsabfall, Zahlen BAFU 2008.....	11
Abbildung 4 Zusammensetzung Kehrichtsack, BAFU 2001.....	12
Abbildung 5 Übersicht Umfeld / Einflussgrößen, Vortrag C. Wiederkehr-Luther, MGB.....	13
Abbildung 6 Übersicht Aufgabenstellung / Ziele, Folie aus Vortrag C. Wiederkehr- Luther, MGB.....	14
Abbildung 7 Übersicht Vorgehen und Methoden, REDILO .....	15
Abbildung 8 Themen im Ausland.....	17
Abbildung 9 Photo gemischte haushaltsnahe Sacksammlung Belgien (PMD).....	18
Abbildung 10 Beispiel der Heterogenität innerhalb Europa (PlasticsEurope 2009). 19	
Abbildung 11 Übersicht Sortiermodule, Duales System .....	20
Abbildung 12 Schema Reinheit versus Ausbringung.....	21
Abbildung 13 Matrix Verträglichkeit einzelne Fraktionen.....	23
Abbildung 14 Beispiel-Spezifikation einer Sortieranlage Teil Hohlkörper (3D), RTT	24
Abbildung 15 Beispiel-Spezifikation einer Sortieranlage Teil Folien (2D), RTT .....	25
- Abbildung 16 Tabelle Mischverhältnisse Ballenversuch.....	27
Abbildung 17 Photo Gemischt-Fraktion zur Ballenpresse .....	29
Abbildung 18 Photo PE-Milchsammlung inkl. Fehlwürfe .....	29
Abbildung 19 Arbeitspapier, Auslegeordnung zur Diskussion möglicher Fraktionen .....	30
Abbildung 20 Potentielle neue Fraktionen.....	31
Abbildung 21 Kriterien, AG IG DHS und Workshop Anspruchsgruppen.....	32
Abbildung 22 Nutzwertanalyse und ergänzende Kriterien.....	33
Abbildung 23 UBP 2006 verschiedene Fraktionen, Recycling im Vergleich zur Entsorgung in KVA, Quelle Carbotech .....	34
Abbildung 24 UBP-Reduktion je Fraktion mit Potentialmenge multipliziert (potentielle Einsparung UBP 2006 im Jahr) .....	35
Abbildung 25 Öko-Effizienz je Fraktion, Sammlung durch Detailhandel, KVA = 100%, REDILO und Carbotech.....	37
Abbildung 26 Matrix Verträglichkeit einzelne Fraktionen.....	42
Abbildung 27 Kriterien Nutzwertanalyse Szenarien Vereinfachung .....	46
Abbildung 28 Nutzwertanalyse Szenarien Vereinfachung .....	47
Abbildung 29 Modellbausteine, Ausschnitt aus Fuzzy-Set-Modell, REDILO und Carbotech .....	51
Abbildung 30 Zugehörigkeitsfunktion der Variable „Vereinzelbarkeit“, REDILO und Carbotech .....	52
Abbildung 31 Zugehörigkeitsfunktion der Variable „Verschmutzungsgefahr“, REDILO und Carbotech .....	53
Abbildung 32 Beispiel Regelblock der Ausgangs-Variablen „Konsumenten- Zufriedenheit“, REDILO und Carbotech .....	54

<b>Abbildung 33</b> Definition des Regelblocks „Konsumenten-Zufriedenheit“ und wenn-dann-Regeln, REDILO und Carbotech .....	<b>55</b>
<b>Abbildung 34</b> Netzstruktur des entwickelten Fuzzy-Set-Modells, REDILO und Carbotech .....	<b>56</b>
<b>Abbildung 35</b> Gesamtnutzen Potentiale neue Fraktionen, Fuzzy-Set-Modell, REDILO und Carbotech.....	<b>61</b>
<b>Abbildung 36</b> Gesamtnutzen neue Fraktionen getrennt oder gemischt sammeln, Fuzzy-Set-Modell, REDILO und Carbotech .....	<b>63</b>
<b>Abbildung 37</b> Gesamtnutzen gemischte Sammlung Detailhandel, Fuzzy-Set-Modell, REDILO und Carbotech .....	<b>65</b>
<b>Abbildung 38</b> Grundsätze und Themen Separatsammlung .....	<b>80</b>
<b>Abbildung 39</b> Entwicklungen im Verpackungsmarkt.....	<b>82</b>
<b>Abbildung 40</b> Entwicklungen im Primär- und Sekundärmarkt.....	<b>83</b>
<b>Abbildung 41</b> Vergleich Öko-Effizienz Detailhandel vs. Gemeinde, REDILO und Carbotech .....	<b>84</b>
<b>Abbildung 42</b> Matrix Sammlung Detailhandel vs. Gemeinde .....	<b>85</b>
<b>Abbildung 43</b> Matrix Getrennt- vs. Gemischtsammlung.....	<b>86</b>
<b>Abbildung 44</b> Fischgrät-Diagramm Getrennt- vs. Gemischtsammlung .....	<b>87</b>
<b>Abbildung 45</b> Matrix-Vorlage Vereinfachungen für Workshop 22.10.2010 .....	<b>92</b>
<b>Abbildung 46</b> Tabelle Marktschätzung Kunststoff-Hohlkörper.....	<b>93</b>

## Danksagung

Wir möchten uns recht herzlich bei der Interessengemeinschaft Detailhandel Schweiz IG DHS für den Auftrag zu dieser spannenden Studie und das uns entgegengebrachte Vertrauen bedanken. Im Speziellen danken wir auch Christine Wiederkehr-Luther (MGB) und Christian Rüttimann (Coop), die uns während der gesamten Bearbeitungsphase im Projekt-Kernteam begleitet haben. Ein Dank gehört auch all jenen Personen und Institutionen, die unsere Arbeit mit spezifischen Informationen, Daten und Erfahrungen unterstützten.

Baar, im April 2011

Patrik Geisselhardt und Raymond Schelker, REDILO GmbH

# 1 Einführung

## 1.1 Aufbau Bericht

Damit Sie sich in diesem Bericht besser zurecht finden, erläutern wir Ihnen hier kurz den Aufbau und die inhaltliche Gliederung:

### **Kap. 1-4 Ausgangslage**

Dieser Teil gibt zuerst einen Überblick über das Vorgehen und die Methodik, gefolgt von einem Blick ins Ausland und einer vertieften Analyse der Möglichkeiten Sortierung. Zusätzlich ist der durchgeführte Ballenversuch (Sortierbarkeit unsortierte Ballen) ausgeführt.

### **Kap. 5-7 Potentiale und Gesamtnutzen Fuzzy-Set-Theorie**

Dieser Berichtsteil informiert Sie detailliert über die einzelnen Bewertungsmethoden und die Herleitung der entsprechenden Resultate mit ausführlichen Kommentaren und Interpretationen.

- Potentiale – neue Fraktionen
- Potentiale – Vereinfachungen / Szenarien
- Gesamtnutzen mittels Fuzzy-Set-Theorie

### **Kap. 8-9 Zusammenfassung Bewertungen – Faktenblätter**

Für die potentiell neuen Fraktionen und die möglichen Vereinfachungen / Szenarien sind in diesem Teil die entsprechenden Bewertungen in sogenannten Faktenblättern beschrieben und zusammengefasst. Diese Faktenblätter geben einen groben Gesamtüberblick über sämtliche Bewertungen und die wichtigsten Kriterien.

### **Kap. 10-15 Anhänge und weiterführende Informationen**

In diesem Teil erhalten Sie zusätzliche und nützliche Informationen zu verschiedenen Themen, die auf spezifische Inhalte bei den Bewertungen Bezug nehmen und den Rahmen der Studie inhaltlich abrunden.

- Aspekte der Separatsammlungen
- Workshop mit Anspruchsgruppen 22.10.2010
- Marktschätzung Kunststoff-Hohlkörper
- und weitere

Sehen Sie dazu auch das detaillierte Inhaltsverzeichnis.

## 1.2 Gesetzliche Grundlage

Das Umweltschutzgesetz (USG) als übergeordnete gesetzliche Grundlage wird durch weiterführende spezifische Verordnungen ergänzt. Die Technische Verordnung über Abfälle (TVA), welche zum Beispiel die Verwertungspflicht für Abfälle erwähnt, ist zur Zeit in Revision und sollte in ein bis zwei Jahren in der neuen Version vorliegen.

Die folgenden Verordnungen nehmen Bezug auf spezifische Wertstoffe, die einer separaten Sammlung zugewiesen werden:

- VGV            Verordnung über Getränkeverpackungen (gültig für sämtliche Verpackungen von Getränken, ausgenommen für Verpackungen von Milch und Milchprodukten – im Speziellen für Glas, Alu und PET, mit Hinweisen für PVC)
- VREG           Verordnung über die Rückgabe, Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte

ChemRRV    Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV Anhang 2.15: Batterien)

Die verschiedenen Sammel-Systeme in der Schweiz agieren mit oder ohne rechtliche Grundlagen, oft mit einem vorgezogenen Beitrag. Grundsätzlich werden freiwillige Systemlösungen den Staatlichen vorgezogen, weil sie sich in den vergangenen Jahren als effizient und kostengünstiger erwiesen haben.

Sammelort kann die Gemeinde oder auch der Detailhandel sein. Die Sammelfraktionen sind sowohl Verpackungen (z.B. Alu, PET) wie auch Produkte (z.B. Batterien, Auto). Meistens ist eine Organisation (Non-Profit, verschiedene Rechtsformen) für eine Sammelfraktion zuständig. Bei PET besteht eine Tendenz zur Kreislaufschliessung, bei Glas das Gegenteil. Die Mehrzahl der Systeme arbeitet im Rahmen des Vereins Swiss Recycling lose zusammen. Als Novum ist mit Nespresso ein proprietäres neues Sammelsystem schweizweit eingeführt worden.

Nachfolgend eine tabellarische Übersicht über die in der Schweiz existierenden Sammel- und Recyclingsysteme (BAFU 2007):

## Separatsammlungen in der Schweiz

Welche Abfälle?	Rechtliche Regelung (Verordnung)?	Wie werden Sammlung und Recycling finanziert?	Betrag?	Wer ist für die Finanzierung zuständig?	Wer sammelt und transportiert?	Wo entsorgen?
Papier und Karton	Keine	Freiwillige Lösung; Rahmenvertrag zwischen Kommunalverbänden und Verwertern	Je nach Gemeinde, Qualität und Sammelmenge 10, 20, 40 oder 50 CHF/t	Gemeinden	Gemeinden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gemeindesammlungen</li> <li>Öffentliche Sammelstellen</li> </ul>
Glasverpackungen	VG <sup>1</sup> (Vorgabe vorgezogene Entsorgungsgebühr und Verwertungsquote)	Vorgezogene Entsorgungsgebühr <sup>4</sup> (VEG)	2, 4 oder 6 Rappen pro Flasche	VetroSwiss	Gemeinden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Öffentliche Sammelstellen</li> <li>Gemeindesammlungen</li> </ul>
Elektrische und elektronische Geräte	VREG <sup>3</sup> (Rückgabepflicht)	Freiwillige Lösung; Vorgezogener Entsorgungsbeitrag <sup>5</sup> (VEB)	Je nach Gerätetyp	<ul style="list-style-type: none"> <li>SWICO (Büroelektronik, Informatik, Unterhaltungselektronik)</li> <li>S.E.N.S (Haushaltgeräte, Sportgeräte, Spielwaren)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>SWICO</li> <li>S.E.N.S</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkaufsstellen (Rücknahmepflicht)</li> <li>teilweise öffentliche Sammelstellen</li> </ul>
Leuchtstofflampen	VREG <sup>3</sup> (Rückgabepflicht)	Freiwillige Lösung; Vorgezogener Entsorgungsbeitrag <sup>5</sup> (VEB)	Je nach Typ	SLRS Stiftung Licht Recycling Schweiz	<ul style="list-style-type: none"> <li>SLRS</li> <li>S.E.N.S</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkaufsstellen (Rücknahmepflicht)</li> <li>teilweise öffentliche Sammelstellen</li> </ul>
PET-Getränkflaschen	VG <sup>1</sup> (Vorgabe Verwertungsquote, subsidiäre Rücknahmepflicht)	Freiwillige Lösung; Vorgezogener Entsorgungsbeitrag <sup>5</sup> (VEB)	1.8 Rappen pro Flasche	Verein PRS PET-Recycling Schweiz	PET-Recycling Schweiz	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sammelbehälter bei den Verkaufsstellen, Bahnhöfen und in Büros; z.T. auch bei den Gemeindesammelstellen</li> </ul>
Konservendosen	Keine	Freiwillige Lösung; Vorgezogener Entsorgungsbeitrag <sup>5</sup> (VEB)	1 Rappen pro Dose	FERRO-Recycling	Gemeinden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Öffentliche Sammelstellen (meist zusammen mit Alu)</li> </ul>
Aluverpackungen, Aluminiumdosen für Getränke	VG <sup>1</sup> (Vorgabe Verwertungsquote und subsidiäre Rücknahmepflicht für Getränkeverpackungen aus Alu)	Freiwillige Lösung; Vorgezogener Entsorgungsbeitrag <sup>5</sup> (VEB)	2 Rappen pro Getränkedose, 1 Rp. pro Tube und Tiernahrungsschale	IGORA-Genossenschaft für Aluminium-Recycling	Gemeinden IGORA (Getränkedosen)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Öffentliche Sammelstellen</li> <li>Dosenpressen an Verkaufsstellen und im Bürobereich</li> </ul>
Batterien	ChemRRV <sup>2</sup> (Vorgabe vorgezogene Entsorgungsgebühr, Rückgabepflicht)	Vorgezogene Entsorgungsgebühr <sup>4</sup> (VEG)	Fr. 3.20 pro Kilo Batterien	INOBAT, Interessenorganisation Batterieentsorgung	Händler	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verkaufsstellen (Rücknahmepflicht)</li> <li>teilweise öffentliche Sammelstellen</li> </ul>
Autos	Keine	Freiwillige Lösung; Vorgezogener Entsorgungsbeitrag <sup>5</sup> (VEB) für RESH <sup>6</sup> -Entsorgung	Zur Zeit sistiert (bis 2006 CHF 30)	SARS Stiftung Autorecycling	<ul style="list-style-type: none"> <li>Autohändler, Garagen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Händler</li> <li>Schrotthandel</li> </ul>

<sup>1</sup> Verordnung über Getränkeverpackungen

<sup>2</sup> Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung, Anhang 2.15

<sup>3</sup> Verordnung über die Rückgabe, Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte

<sup>4</sup> Die vorgezogene Entsorgungsgebühr (VEG) ist obligatorisch und gesetzlich geregelt

<sup>5</sup> Der vorgezogene Entsorgungsbeitrag (VEB) wird im Rahmen eines freiwilligen, von der betreffenden Branche getragenen Finanzierungssystems erhoben

<sup>6</sup> Reststoffe aus Shredderwerken

D332-0015

Abbildung 1 Überblick Sammel- und Recyclingsysteme BAFU 2007

### 1.3 Einführung Separatsammlungen Schweiz

Das Schweizer System der Separatsammlungen ist in stetiger Bewegung. Neue Fraktionen wie Kaffeekapseln werden neu separat erfasst. Grünabfälle werden aus der Verbrennung in Richtung Vergärung umgelagert.

Innerhalb der bestehenden Fraktionen gibt es Bewegung wie z.B. die Substitution von Glasverpackungen durch PET im Getränkebereich. Kunststoff-Verpackungen nehmen zu und machen einen beträchtlichen Anteil am nicht separat erfassten Abfall aus (siehe Abbildung 4 Zusammensetzung Kehrichtsack, BAFU 2001 weiter unten).

Im langjährigen Verlauf nimmt der Siedlungsabfall in Jahrestonnen stetig zu. Dies dürfte bei gleichbleibendem Bevölkerungswachstum auch in Zukunft so weitergehen.

## Total der produzierten Siedlungsabfälle Einschliesslich Recycling

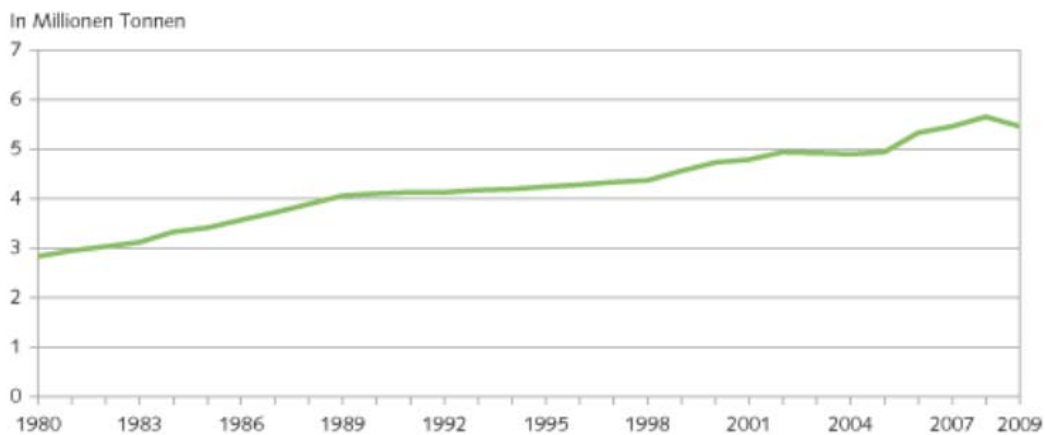


Abbildung 2 Entwicklung Siedlungsabfälle Schweiz 1980-2009, BAFU

Der Schweizer Siedlungsabfall gliedert sich in die folgenden Hauptfraktionen:

### Siedlungsabfall Schweiz 2008, BAFU

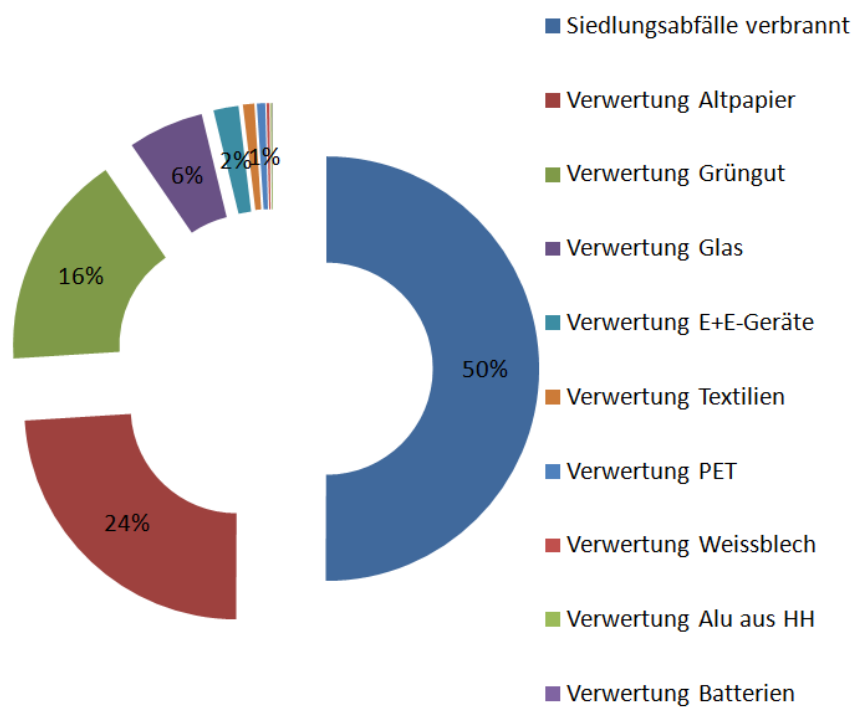


Abbildung 3 Mengenaufteilung Siedlungsabfall, Zahlen BAFU 2008

Potentielle neue Fraktionen stecken also in jenem 50%-Anteil, der heute in den Kehrichtverbrennungsanlagen entsorgt wird. Die anderen 50% setzen sich aus den bereits heute separat erfassten Fraktionen zusammen.

Eine umfassende Analyse des Kehrichts aus Haushaltungen wurde letztmals 2001 durchgeführt:

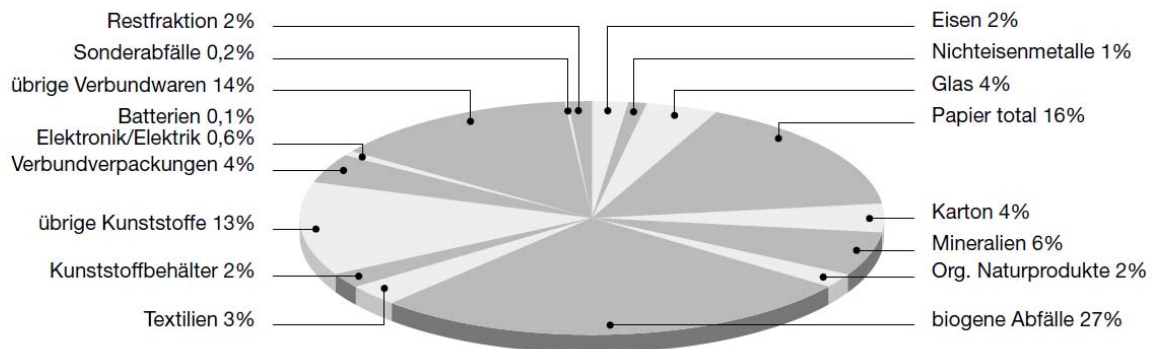


Abbildung 4 Zusammensetzung Kehrichtsack, BAFU 2001

Diese Zahlen dürften sich im Verlauf der letzten Jahre geändert haben. Die Separatsammlung biogener Abfälle (27%) hat stark zu- und entsprechend der Restanteil im Kehricht abgenommen. Die Kunststoff-Anteile dürften heute hingegen grösser sein als 2001 (13% + 2%).

Aus obiger Abfall-Analyse können nur sehr bedingt Potentiale herausgelesen werden.

## 1.4 Ausgangslage, Zielsetzung und Systemgrenze

Folgende Hauptfragen sind zu beantworten:

- Gibt es neue Potentiale für eine Separatsammlung, die ökologisch und ökonomisch sinnvoll sind?
- Sind gemischte Sammlungen die Zukunft?

Die nachfolgende Grafik (Folie aus dem Vortrag von Christine Wiederkehr-Luther, anlässlich des Workshops vom 22.10.2010) zeigt das komplexe Umfeld auf und benennt Einflussgrössen. So hat z.B. der Sammelort (Detailhandel versus Gemeinde) einen grossen Einfluss auf die Logistik und diese wiederum auf die Kostenstruktur. Weiter sind auch seitens der Konsumierenden Erwartungen an den Sammelort vorhanden.

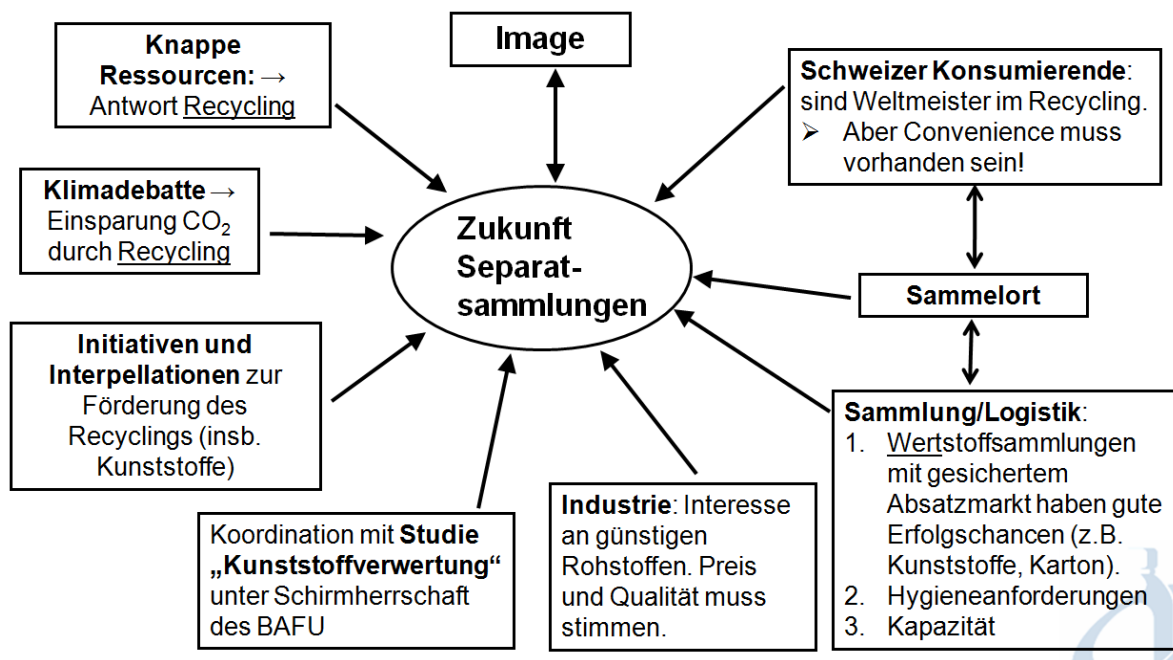


Abbildung 5 Übersicht Umfeld / Einflussgrößen, Vortrag C. Wiederkehr-Luther, MGB

Stoffliches Recycling leistet unbestritten einen Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduktion und zu einem schonenden Umgang mit Ressourcen. Verschiedene Initiativen im In- und Ausland laufen, um die Recycling-Quoten zu erhöhen. Treiber können Konsumierende, Umweltgruppen, aber auch die Industrie selber sein, die ihren ökologischen Fussabdruck verbessern möchte.

In der Schweiz wird heute eine Vielzahl von Separatsammlungen erfolgreich angeboten. Das System der Separatsammlungen ist in stetiger Bewegung. Fraktionen wie Kaffeekapseln werden neu separat erfasst. Grünabfälle werden aus der Verbrennung in Richtung Vergärung umgelagert. Ungefähr 50% der Siedlungsabfälle werden separat erfasst und einem stofflichen Recycling zugeführt.

Die von der IG DHS formulierte Aufgabenstellung und die daraus abgeleiteten Ziele können mit der folgenden Abbildung zusammengefasst werden.

## Aufgabenstellung:

- Ökologisch und ökonomisches Potenzial zusätzlicher Separatsammlungen
- Priorisieren dieser weiteren Sammlungen hinsichtlich Ökologie und Ökonomie
- Vereinfachung bestehender/ Integration neuer Sammlungen durch Entwicklung Sortiertechnik möglich?
- Quantifizierung möglicher Nutzen dieser Vereinfachungen
- „Nur“ Fact-Finding
- Weiteres Vorgehen wird zusammen mit Anspruchsgruppen entschieden!

## Ziele

1. Werden wir neue Stoffe sammeln?
2. Wenn ja, was sammeln wir als nächstes separat?
3. Wo sammeln wir es? Detailhandel vs. Gemeinde
4. Wie sammeln wir es?

## Systemgrenzen

- Fokus auf Stofflichem Recycling
- Sammlung aus Haushaltungen (Detailhandel und Gemeinde)

## Nicht betrachtet

- Gewerblicher Abfall
- Elektrische und elektronische Geräte
- Leuchtmittel und Leuchten
- Batterien, Chemikalien

Abbildung 6 Übersicht Aufgabenstellung / Ziele, Folie aus Vortrag C. Wiederkehr-Luther, MGB

## Die Variante einer haushaltsnahen Sammlung:

- Die Überprüfung einer haushaltsnahen Sammlung hätte den Rahmen dieser Studie gesprengt, weshalb nur am Rande und punktuell darauf eingegangen wurde. Sehen Sie dazu die Überlegungen in Anhang 15.
- Diese Sammelvariante muss näher geprüft werden, sobald der Wille für eine erweiterte Sammlung neuer separater Fraktionen vorhanden ist.

## 1.5 Vorgehen, Methodik

Für die Beantwortung der Aufgabenstellung haben wir das Projekt in **3 Phasen** unterteilt:

- Phase 1 Analyse,
- Phase 2 Potential neue Fraktionen und
- Phase 3 Potential Vereinfachung.

In jeder Phase sind spezifische Werkzeuge zum Einsatz gekommen. In der Phase 1 hauptsächlich Interviews mit Organisationen aus dem In- und Ausland.

Potentiell neue Fraktionen sind in der Phase 2 zuerst mittels einer Nutzwertanalyse (NWA) gefiltert und anschliessend in einer Kosten-/Nutzenanalyse (KNA) bzw. Öko-Effizienz-Analyse ökonomisch und ökologisch bewerten worden.

Für die Phase 3 werden die Szenarien wiederum mittels NWA gefiltert und anschliessend bewertet. Neben der KNA kommt auch die Fuzzy-Set-Theorie zum Einsatz.

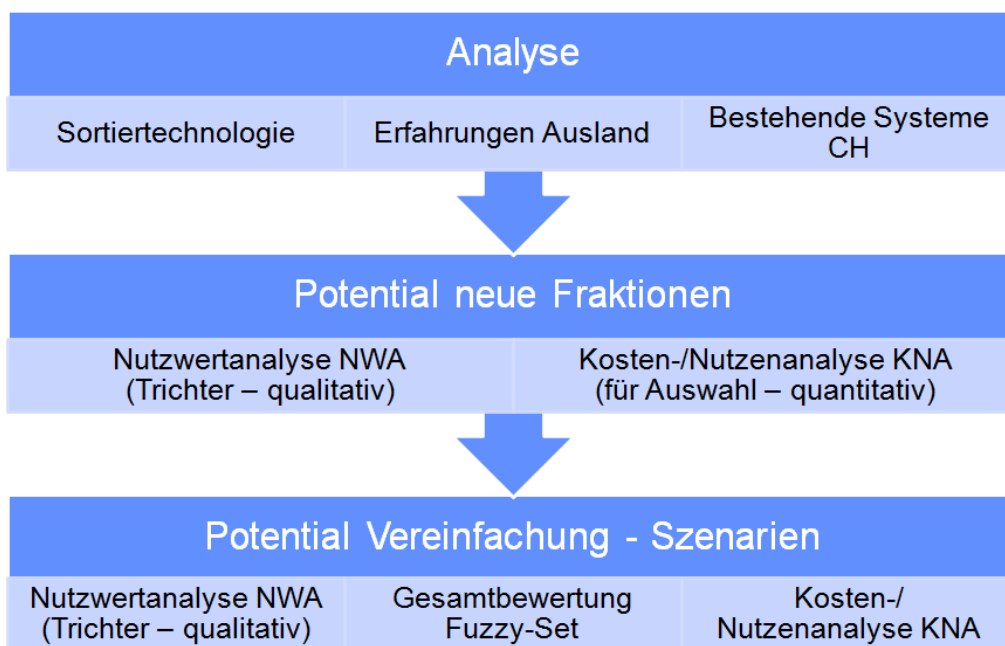


Abbildung 7 Übersicht Vorgehen und Methoden, REDILO

Die Studie konzentriert sich auf den gesamtschweizerischen Blick (Volkswirtschaft) und berücksichtigt nicht die Auswirkungen auf einzelne Anspruchsgruppen (Betriebswirtschaft). Als Beispiel: es werden die Gesamtkosten einer Separatsammlung aufgezeigt. Die Frage der Trägerschaft bzw. der Finanzierung ist nicht Teil dieser Fact-Finding-Studie.

## 1.6 Abgrenzung zum Projekt Kunststoff-Verwertung Schweiz

Diese Studie der IG DHS grenzt sich zum Projekt Kunststoff-Verwertung Schweiz (Projekt-Oberleitung: BAFU) wie folgt ab:

- In dieser Studie werden nebst verschiedenen Kunststoff-Fraktionen noch weitere Altstoffströme untersucht
- In der vorliegenden Arbeit wird der Fokus ausschliesslich auf das stoffliche Recycling der Wertstoffe gelegt. Im Projekt Kunststoff-Verwertung Schweiz werden jedoch noch weitere Verwertungsszenarien untersucht, so zum Beispiel auch rohstoffliche und thermische (Zementindustrie) Verfahren.

Untersuchungen und Bewertungen einzelner Fraktionen wie zum Beispiel Kunststoff-Folien, -Schalen, -Becher und -Dosen sollen somit ins Kunststoff-Projekt einfließen.

## 2 Ausgangslage – Blick ins Ausland

### 2.1 Blick ins Ausland – Systeme / Versuche

Ein Blick ins Ausland zeigt eine Vielzahl verschiedener Systeme. Auch die Dualen Systeme mittels Grüner Punkt werden fälschlicherweise (oft mit Blick nach Deutschland) als homogene Systeme angesehen, doch bestehen auch dort erhebliche Unterschiede. Gemeinsamer Nenner der Dualen Systeme ist einzig die Finanzierung über den Grünen Punkt, welcher zu einer transparenten, vereinfachten Abrechnung für die Industrie führen kann.

Stellvertretend hier ein paar Länderaktivitäten, die für die Schweiz und die vorliegende Studie interessant sein könnten:

Land	Details – Aktivitäten
Frankreich	Kunststoff: Heute Konzentration auf Hohlkörper, stufenweise Ausweitung auf andere Kunststoff-Fraktionen ab 2011 beschlossen. Bei der Finanzierung wird der Rezyklierbarkeit vermehrt Rechnung getragen (Umsetzung Verursacherprinzip, z.B. höhere Beiträge für opake PET-Flaschen).
Deutschland	Kunststoff: laufende Erhöhung der Verwertung als Ersatzbrennstoff. Ausweitung des Gelben Sacks auf Nicht-Verpackungsfraktionen (durch Pfand-Einführung erhebliche Mengen nicht mehr im Gelben Sack). Kontroverse Auseinandersetzung über Abfallhoheit (Gemeinden versus private Betreiber) und auch Separatsammlung versus Zusammenlegung.
Österreich	Reduktion der Anzahl Sammelorganisationen zwecks Realisierung von Synergien. Gewisse Regionen mit Fokussierung auf Kunststoff
Belgien	Heute Fokussierung auf gemeinsame Sammlung im Holprinzip von Alu-/Blechdosen, PE-/PET-Hohlkörper und Getränkekarton. Projekt für Ausweitung im Gange (denkbar ist z.B. ergänzende Kunststoff-Sammlung in Gemeinden).
England	Versuche mit Kreislaufschliessung PE-Hohlkörper. Ausbau Separatsammlungen im Detailhandel (Verlinkung Separatsammlung zu Kundenbindung und Rohstoffsicherung?).
z.B. USA - Single Stream - Sortierung	Länder mit geringer Erfahrung in Separatsammlungen, tiefer Sammeldisziplin (hohe Fehlurfraten) und hohem Deponieanteil (wenig KVA) tendieren zu gemeinsamer Sammlungen. Auf die Sortiermöglichkeiten wird im Kapitel 3 genauer eingegangen.

Abbildung 8 Themen im Ausland

Speziell am Thema Separatsammlung in der Schweiz ist sicherlich der hohe Anteil der Sammlung im Detailhandel. Im Ausland sind meist Gemeinden oder Tür-zu-Tür-Sammlungen (haushaltsnah)

realisiert. Die flächendeckende Sammlung im Kunststoff-Bereich geht im Ausland über PET-Getränkeflaschen hinaus.

Jedes Land hat seine Besonderheiten und Eigenheiten, entsprechend ist die Vergleichbarkeit gering. Auch die Länder mit dem Grünen Punkt sind sehr unterschiedlich aufgestellt, da der Grüne Punkt letztlich ein Finanzierungs-System ist und nichts über die Separatsammlung aussagt.

Getränkekartons werden bereits in vielen Ländern separat vom Hauskehricht gesammelt (z.B. in Deutschland, Italien, Frankreich, Österreich). Dies jedoch nicht getrennt als Einzelfraktion, sondern meist im Rahmen einer sogenannten Leichtverpackungsfraktion (gemischt zusammen mit Kunststoffen).

Verschiedene Länder prüfen die Ausweitung der Sammlung. Sowohl in Belgien wie auch in Frankreich stehen die Kunststoff-Fraktionen im Vordergrund. Frankreich dürfte vermehrt gemischt sammeln. In Belgien könnte das nachfolgend kurz skizzierte System "PMD" durch eine neue Kunststoff-Gemischt-Separatsammlung in Gemeinden ergänzt werden. In Deutschland ist vor allem die Ausweitung auf Nicht-Verpackungsfractionen in Diskussion.

Ein Beispiel für eine funktionierende Gemischt-Sammlung ist das PMD-System in Belgien. PMD steht für Plastic bottles (PE- und PET-Hohlkörper), Metallic packaging (Alu- und Weissblechdosen) und Drinking cartons (Getränkekartons). Die Sammlung geschieht haushaltsnah, alle zwei Wochen werden die 35L-Säcke vor der Haustüre abgeholt. Die Kosten sind ähnlich wie vergleichbare Systeme in der Schweiz, die Sammelquoten bei rund 70%. (siehe auch Anhang 15).



Abbildung 9 Photo gemischte haushaltsnahe Sacksammlung Belgien (PMD)

## 2.2 Fakten Blick ins Ausland

- In Europa gibt es viel Erfahrung, aber keine Standards bezüglich Separatsammlung. Die Sammlungen sind sehr unterschiedlich, gemeinsamer Nenner ist die Finanzierung über Verpackungsverordnungen und den Grünen Punkt. Systemeigenschaften können nicht einfach auf die Schweiz übertragen werden. Die Erfahrungen sind jedoch sehr nützlich beim Aufbau und der Umsetzung eigener Sammelsysteme.
- Sowohl in der Schweiz wie auch im Ausland sind die Systeme bezüglich Aufbau, Logistik, Finanzierung und Organisation heterogen und damit kaum vergleichbar.

- Auch die Ausgangslage ist zum Teil eine andere, da im Ausland teilweise Abfälle noch deponiert werden, wogegen in der Schweiz flächendeckend Kehrichtverbrennungsanlagen im Einsatz sind (Deponieverbot in der Schweiz seit 1. Januar 2000).
- In verschiedenen Ländern (z.B. Frankreich und Belgien) laufen Projekte zur Ausweitung der Separatsammlungen.

Folgende Grafik zeigt die Heterogenität in Europa am Beispiel der Sammlung von Kunststoff-Verpackungen. Schon die Recyclingquoten variieren relativ stark. Der grosse Unterschied ist jedoch der Umgang mit dem nicht rezyklierten Material. Die fehlenden Anteile bis 100% werden noch deponiert.

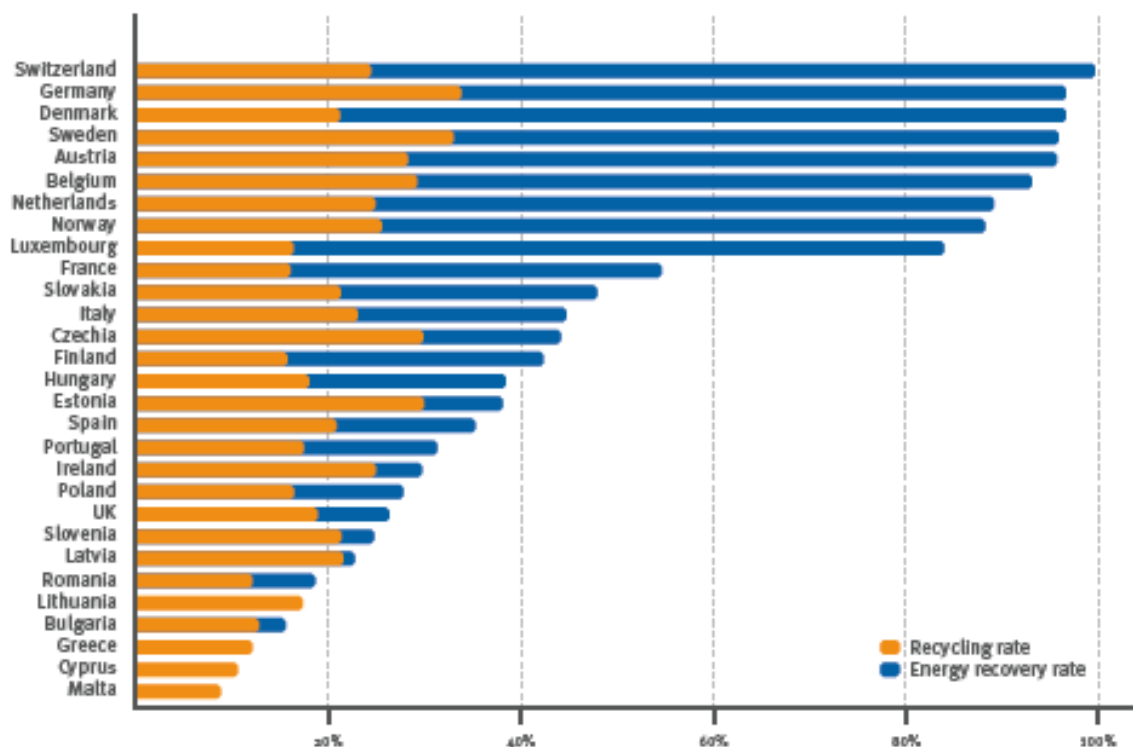


Abbildung 10 Beispiel der Heterogenität innerhalb Europa (PlasticsEurope 2009)

# 3 Ausgangslage – Sortierung

## 3.1 Einführung Ausgangslage Sortierung

Die automatisierte Sortierung ist heute in der Lage, verschiedene Materialien nach deren Grösse, Form, Material und Farbe zu sortieren. Diese Fähigkeit beruht z.B. auf den Möglichkeiten elektro-nisch-optischer Sensortechnologien. Diese NIR-Technologie (Nah-Infrarot) verwendet Elektro-magnetische Strahlung im Wellenlängenbereich des Infrarot (760 – 2500nm). Abhängig vom Materialtyp, reflektieren die verschiedenen Stoffe ein ganz bestimmtes Spektrum der Strahlung. Dadurch erkennt der NIR-Sensor, welches Material das Förderband gerade transportiert.

Die Farberkennung arbeitet nach dem gleichen Prinzip, jedoch in einem anderen Wellenlängenbereich. Druckluftdüsen trennen mit einem Luftstoss das Material, das aussortiert werden soll, vom Stoffstrom. Für Eisen (z.B. Blechdosen) wird ein Magnetabscheider eingesetzt. Für Aluminium und andere Nicht-Eisen-Metalle wird die Wirbelstromabscheidung verwendet.

Eine vorgängige Trennung nach Korngrösse und Geometrie (z.B. Hohlkörper, Folien) ist Voraussetzung, damit die optische Sortierung effizient betrieben werden kann. Auch die manuelle Kontrolle und Nachsortierung durch den Menschen bleibt trotz ständiger Fortschritte in der Sortiertechnologie Standard, um die benötigten hohen Reinheitsgrade zu erreichen.

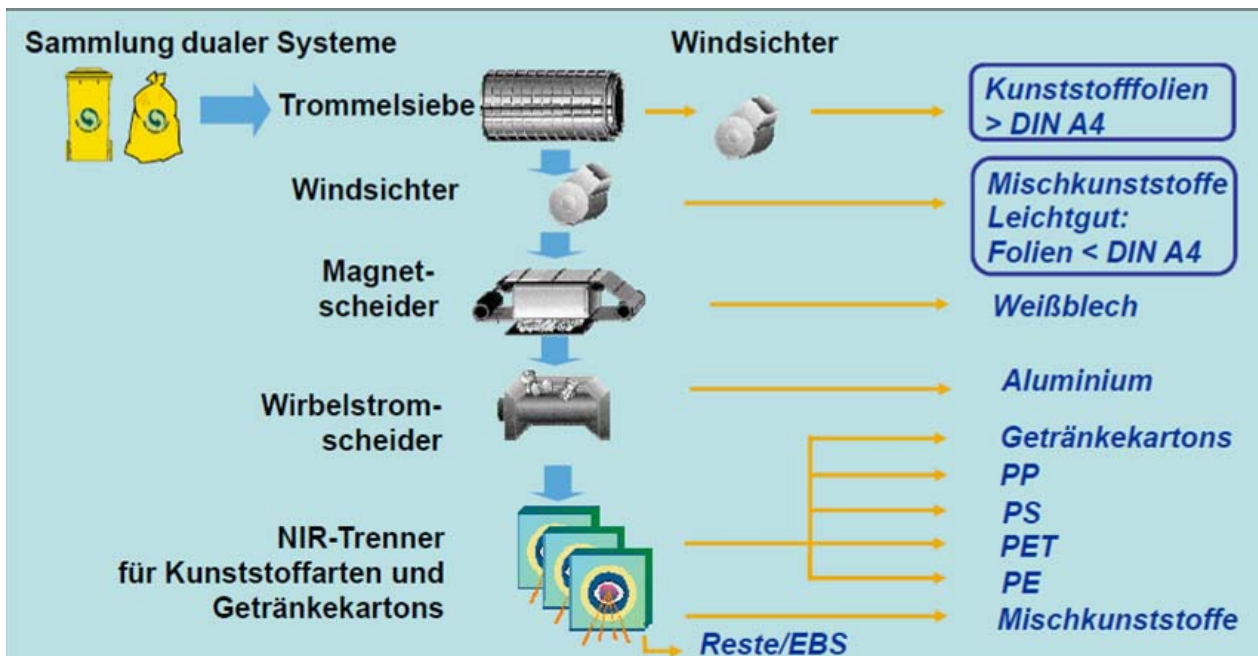


Abbildung 11 Übersicht Sortiermodule, Duales System

In der Schweiz werden moderne Sortieranlagen hauptsächlich für das Aufbereiten von Monofrak-tionen eingesetzt (z.B. PET oder Glas). Die grösseren vorhandenen Anlagen (z.B. für PET) verfü-gen meist schon über oben dargestellten Sortiermodule.

Das Sortieren ist ein Durchlaufprozess, dessen Auslegung allein darauf beruht, welche Fraktionen in welcher Qualität als Output rauskommen müssen und wie die Zusammensetzung des Inputs ist. Die Ausbringung und Reinheit hängen zusammen und können nicht getrennt voneinander betrachtet werden. Allgemein gilt, „je höher die Reinheit, umso tiefer die Ausbringung“ und umgekehrt. Moderne Sortieranlagen arbeiten mit hohen Reinheitsgraden und erhöhen die Ausbringungsrates durch Rückkoppelung (mehrere Durchläufe).

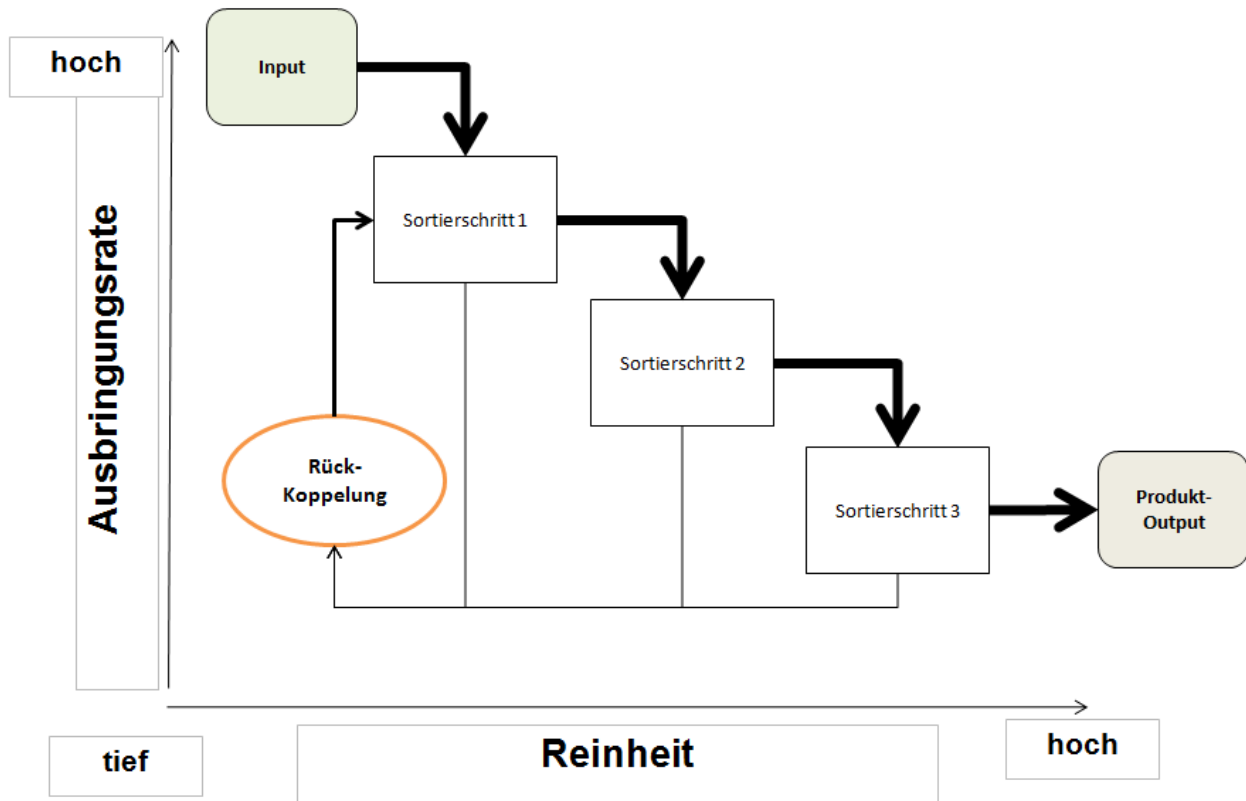


Abbildung 12 Schema Reinheit versus Ausbringung

### 3.2 Cross-Kontamination – Gemischt-Sammlung

Unter Cross-Kontamination verstehen wir die gegenseitige Qualitätsreduktion durch gemeinsames Sammeln. Dies einerseits durch Verschmutzungen (z.B. Anhaftungen Restinhalte) und andererseits durch Verringerung der Reinheit (mehr Fremdstoffe im Output).

Es gibt keine vereinfachte Formel dafür, wie sich Ausbringung, Reinheit und Verschmutzung ändern in Abhängigkeit von der Art und Anzahl Sortierfraktionen. Tendenziell steigt jedoch die Verschmutzung und sinkt die Reinheit mit steigender Anzahl Sortierfraktionen.

Folgende Aussagen dazu:

- Werden heterogene Fraktionen gemischt gesammelt, steigt tendenziell der Abfallanteil. Begründung: Die einzelne Fraktion erscheint nicht mehr so wertvoll, wie wenn sie einzeln gesammelt wird und die Kommunikation wird schwieriger (was ja, was nein). Das Gemisch ist nicht mehr so klar als Wertstoff erkennbar, es wird weniger Sorge getragen und die Konsumentenden werfen vermehrt auch Fremdstoffe in den Behälter.
- Werden Fraktionen gemischt gesammelt, findet eine Querverschmutzung (Cross-Kontamination) statt. Das Joghurt aus dem Becher findet sich auf der Shampooflasche wieder und umgekehrt. Diese Zunahme der Entropie (Unordnung) ist grundsätzlich nicht wünschenswert, da der Aufwand steigt um sie wieder zu entfernen. Die Aufbereitungsprozesse sind jedoch so eingestellt, dass diese Verschmutzungen entfernt werden können.
- Downcycling findet bei jedem Recyclingprozess statt. Ob eine Gemischtsammlung mit entsprechend aufwändiger Sortierung dieses Problem verschärft, kann nicht abschliessend beantwortet werden, da dies auch vom weiteren Aufbereitungsprozess beim Recycler und dem Produkt abhängt, in dem das Rezyklat eingesetzt werden soll.
- Je mehr Fraktionen gemischt gesammelt und werden, umso mehr Sortierstufen braucht es um ein Downcycling zu verhindern. Bei jeder Sortierstufe geht jedoch ein kleiner Teil verloren. Diese Verluste landen im Abfall oder einer EBS-Fraktion, was einem Downcycling gleichkommt. Im Vergleich zur Getrenntsammlung nimmt das Downcycling also tendenziell zu.
- Am heikelsten ist das Thema bei PET-Getränkeflaschen, da sie beim Wiedereinsatz als Getränkeflaschen im Lebensmittelbereich hohen Anforderungen an Reinheit genügen müssen. Sortierbetriebe in der Schweiz erreichen Reinheiten von über 99%. Sortierer im Ausland (Beispiel Österreich) erreichen aus Gemischtsammlungen mindestens 98%. PET-Recyclingbetriebe erhöhen die Reinheit weiter, bevor sie in den eigentlichen Recyclingprozess gelangen. Der Reinigungs-/Sortieraufwand für PET bei Gemischtsammlungen steigt also, was nachvollziehbar und logisch ist. Dies ist jedoch kein Killerkriterium für eine Gemischtsammlungen. Wichtiger als die Cross-Kontamination ist der Eintrag von Nicht-Lebensmittel-PET-Flaschen, diese könnten die Qualität (Stichwort Flaschendesign) und die Lebensmittelechtheit gefährden.

### 3.3 Möglichkeiten / Grenzen Sortiertechnologie

Es gibt grundsätzlich wenig Einschränkungen, was die Sortierbarkeit von Mischfraktionen anbelangt. Je nach Land werden verschiedene Philosophien praktiziert. Die Spanne reicht von der Schweiz, wo es bisher fast nur Separatsammlungen gibt bis zu Regionen in den USA, wo mittels Single-Stream alle Wertstoffe in der selben Tonne landen, und auf grossen Sortieranlagen getrennt werden. Die technische Machbarkeit solcher Single-Stream-Systeme ist gegeben. Die Kosten-/Nutzen-Betrachtung ist aufgrund der jeweiligen Gegebenheiten vor Ort zu betrachten



## Was bringt die technologische Zukunft?

Gemäss der Auskunft von Herstellern wird die optische Sortiertechnologie mittels NIR (Nah-Infrarot) Standard bleiben. Weitere Verbesserungen der Sensortechnologie (bessere Erkennung, Geschwindigkeit, Durchsatz) sind zu erwarten.

Ergänzend zur Sortierung ganzer Verpackungen werden vermehrt auch Flakes nachsortiert, um die Reinheiten der gewonnenen Fraktionen weiter zu steigern. Diese Flakes-Sortierung kann sowohl verschiedene Farben wie auch Materialien erkennen und entsprechend aussortieren.

### 3.4 Beispiel-Spezifikation einer Sortieranlage

Die Firma RTT (Anbieter von Sortier-Technologie) hat für REDILO eine Beispiel-Spezifikation für eine Sortierung sowohl von Folien (2D) wie auch von Hohlkörpern (3D) erstellt. Mit einer solchen Anlage könnten Kunststoff-Folien wie auch -Hohlkörper, ergänzt durch Getränkekartons und Alu-/Blechdosen sortiert werden. Die Investition beträgt ca. CHF 6 Mio. (ohne Gebäude).

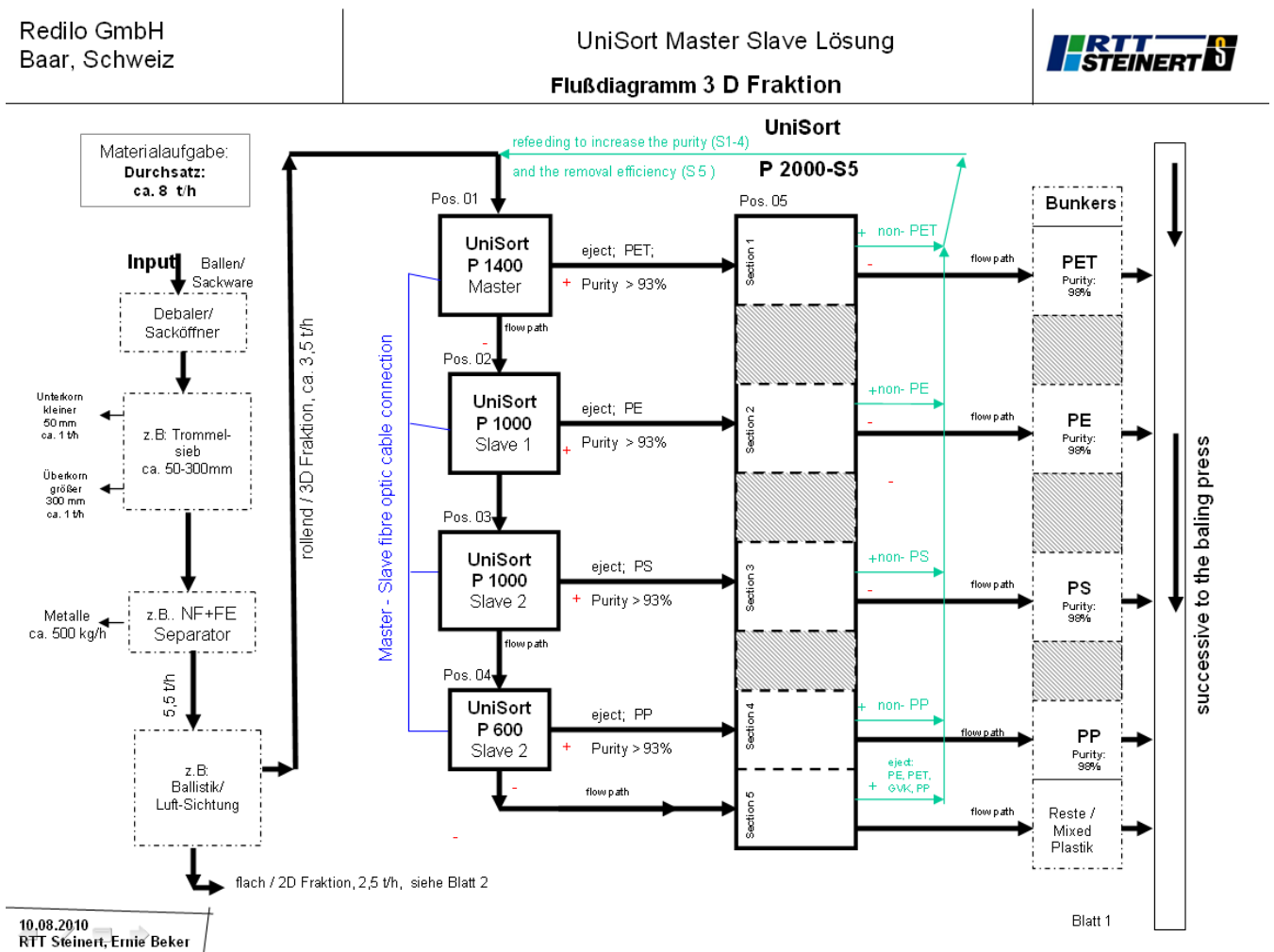


Abbildung 14 Beispiel-Spezifikation einer Sortieranlage Teil Hohlkörper (3D), RTT

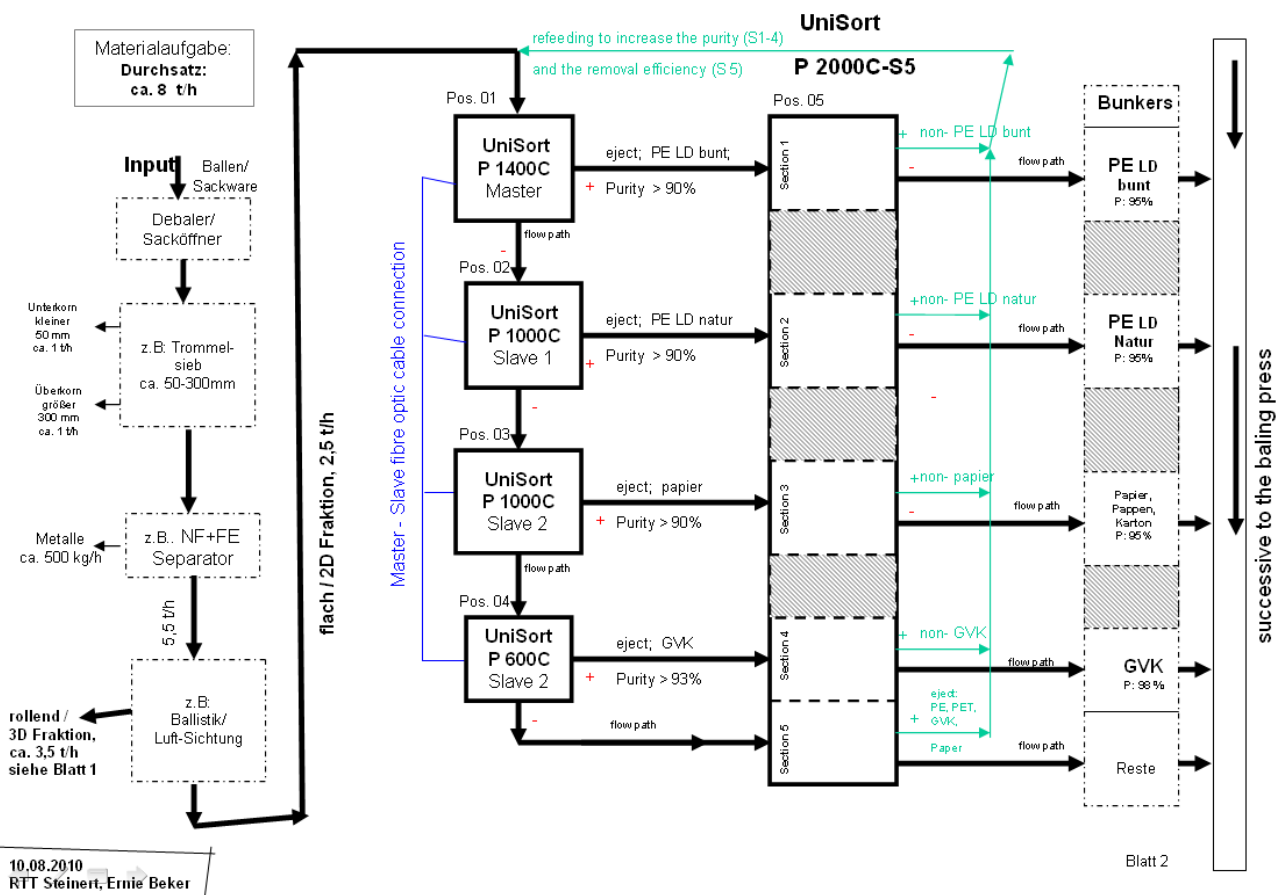


Abbildung 15 Beispiel-Spezifikation einer Sortieranlage Teil Folien (2D), RTT

### 3.5 Fakten Sortierung (inkl. Erfahrungen Ausland)

Aus den geführten Gesprächen mit Sortiertechnologie-Herstellern sowie System- und Sortierbetrieben können die folgenden Aussagen gemacht werden:

- Die heutige Sortiertechnik erlaubt das Gemischtsammeln von verschiedenen Kunststofffraktionen, Getränkekartons und Metallen. Es wird in vielen Ländern bereits praktiziert und entspricht dem Stand der Technik.
- Auch im Ausland werden trotz Gemischt-Sammlung PET-Getränkeflaschen zu Lebensmittel-Qualität aufgearbeitet (z.B. Bottle-to-Bottle B2B).
- Die Auswahl Anbieter für Sortiertechnologie ist gross und breit abgestützt. Es ist viel Erfahrung im Ausland vorhanden.

- Bei der alleinigen Sortierung von Hohlkörpern ist die Reinheit wie auch die Ausbringung hoch, dies bei tiefen Sortierkosten.
- Es sind Mindestmengen für kosteneffiziente Sortierung nötig (> 20'000t), damit Skalenerträge möglich sind. Kosten je nach Fraktion, Reinheit, Ausbringung variieren von CHF 0.15 bis 0.30/kg.
- Grundsätzlich steigen die Sortierkosten mit der Anzahl Fraktionen. Durch die grösseren Mengen können z.B. bei der Sammlung oder Sortierung jedoch auch Skalenerträge erzielt werden, was die Total-Systemkosten reduziert.
- Fraktionen, die sowieso sortiert werden müssen, können aus Sicht Sortierung mit ähnlichen Fraktionen ergänzt werden.
- Die Mischung Folien / Hohlkörper ist für die Sortierung suboptimal (technisch machbar z.B. mittels Windsichtung, der Durchsatz ist aber tiefer und die Ausbringung sinkt, d. h. Verschleppung von Folien (kleben zusammen) in andere Fraktionen.
- Die Mischung Metall / Nichtmetall ist für die Sortierung suboptimal, dies ist zwar technisch machbar, wenn gut vereinzelt, d. h. vor Sortierung nicht zu stark zu Ballen verdichtet (Knick Alu-Dose über PET-Flasche).
- Die Sortierung verschiedener PET-Arten (z.B. PET-A für Flaschen und PET-G für Sleeves) und PET-Fraktionen (Food, Non-Food) ist nicht möglich.
- Schalen (z.B. für Früchte / Gemüse) aus gleichem Material wie Hohlkörper / Flaschen können von den automatischen Sortiermodulen schlecht unterschieden werden.
- Jede Vermischung von Fraktionen führt tendenziell zu tieferer Ausbringung und Reinheit und höherer Querverschmutzung. Insgesamt sind diese Unterschiede aber nicht signifikant für die Qualität der Rezyklate (Erfahrungen aus dem Ausland).
- Neben dem technischen Aspekt der Sortierung spielt die Auswirkung des gemischten Sammelns eine wichtige Rolle auf das Verhalten der Konsumierende. Steigt oder sinkt die Fehler- und die Sammelquote? Diese Aspekte und somit die Kommunikation bzw. Akzeptanz sind für ein Gesamtsystem von hoher Bedeutung und werden in dieser Studie entsprechend berücksichtigt.

# 4 Ausgangslage – Ballenversuch Sortierbarkeit

In der Schweiz werden Sammelfraktionen für Transporte und Überführungen verdichtet, um die Logistik zu optimieren und die entsprechenden Kosten zu reduzieren. Damit der Sortierprozess optimal durchgeführt werden kann, müssen die einzelnen Bestandteile des Ballens (Hohlkörper, Flaschen) aber auch wieder gut vereinzelt werden können (zur Erkennung der Verpackungen bei den optischen Sortiermodulen). Um diese notwendige Vereinzelnung von gemischten Fraktionen zu testen, hat REDILO einen entsprechenden Ballenversuch mit PET-Getränkeflaschen, Kunststoff-Hohlkörpern und Getränkekartons durchgeführt.

Für weiterführende detaillierte Informationen zu diesem Ballenversuch sehen Sie den separaten Bericht „**Ballenversuche mit gemischten Hohlkörpern aus Haushaltungen – Fraktionen mischen, pressen, vereinzeln**“, vom 19.10.2010, erstellt durch REDILO im Auftrag der IG DHS.

## 4.1 Ziele der Versuche

Da keine Erfahrungen und Daten bezüglich Vereinzelnung bzw. Sortierbarkeit verpresster Fraktionen bekannt sind, hat sich die IG DHS entschlossen, im Rahmen dieser Studie einen Praxisversuch durchführen zu lassen, der entsprechende Antworten liefern soll. Untersuchte Fraktionen waren:

- Kunststoff-Hohlkörper (vorwiegend PE-Hohlkörper),
- Getränkekartons (GK) und
- PET-Getränkeflaschen.

	PE / GK	PE / GK / PET
PE-Hohlkörper	46%	21%
GK	54%	25%
PET-Getränkeflaschen	0%	53%

- Abbildung 16 Tabelle Mischverhältnisse Ballenversuch

Dabei wurden eine Ballenpresse und ein Ballenöffner verwendet, wie sie heute in der Praxis vielerorts im Einsatz sind. Ziel war die Beantwortung folgender Fragestellungen:

- Welche Ballengewichte bzw. Ballendichte (Grad der Verpressung in  $\text{kg/m}^3$ ) haben die Gemische?
- Führt die Mischung der Fraktionen (gemeinsames Sammeln) zu Problemen beim Ballenpressen?

- Lassen sich die gemischten Ballen wieder gut vereinzeln?
- Bei allfälliger Klumpenbildung: welche Fraktionen sind betroffen?
- Wie gross ist die Abhängigkeit des Ergebnisses von der Ballendichte?

Weiter wurde auch ein reiner PE-Hohlkörper-Ballen auf Art und Menge der Fehlwürfe untersucht. Dies soll Hinweise liefern, wie gut die Konsumierenden unterscheiden können zwischen PET-Getränkeflaschen und anderen Kunststoff-Hohlkörpern, wenn diese bei der Sammelstelle nebeneinander eingeworfen werden.

Aufmerksamkeit wird auch der Geruchsentwicklung durch die Getränkekartons während des gesamten Versuches (auf allen Ebenen) geschenkt.

## 4.2 Fazit des Ballenversuchs

### Ballenpressen Hohlkörpergemische

Der reibungslose Ablauf des Ballenversuchs zeigt, dass eine optimale Vereinzlung des verpressten Materials technisch machbar ist. Die Beimischung von GK führt wie erwartet zu höheren Ballengewichten als reine Kunststoff-Hohlkörper-Ballen. Die Ballenlänge und -dichte waren nicht konstant. Dies lässt sich aber mit dem Versuchscharakter und den Eigenschaften des automatisierten Ballenpressvorgangs weitgehend erklären.

### Ballenöffnen Hohlkörpergemische

Die maschinelle Vereinzlung der Ballen aus Hohlkörpergemischen funktioniert bei den getesteten Verdichtungen einwandfrei. Es kommt nur in vernachlässigbaren Einzelfällen zur Klumpenbildung und diese bestehen dann auch nur aus jeweils zwei bis vier Hohlkörpern. Somit kann die Frage, ob verdichtete Gemische aus Kunststoffhohlkörpern und GK für einen nachfolgenden Sortiervorgang auch wieder gut vereinzelt werden können, eindeutig mit ja beantwortet werden.

### Geruchsbildung

Obwohl die verwendeten GK bereits mehr als zwei Wochen alt waren, bevor sie den Versuch durchliefen, kam es zu keiner starken Geruchsentwicklung. In der Realität wäre die Durchlaufzeit von der Rückgabe bis zur Rückführung wesentlich kürzer.

### Fehlwürfe in der PE-Hohlkörper-Sammlung

Die Stichprobe an einem Ballen hat gezeigt, dass die Fehlwürfe insgesamt bei 10-15% liegen dürften (Aussage jedoch nicht repräsentativ, da nur ein Ballen untersucht werden konnte). Der Gewichtsanteil an PET-Getränkeflaschen, GK und Folien bewegte sich dabei jeweils in der gleichen Grössenordnung von 3-4%. Andere Fehlwürfe, wie diverse Teile aus Hartkunststoff, liegen bei ca. 2-3%.

Bei einer potentiellen Sammelmenge von 20'000t Kunststoff-Hohlkörper in der Schweiz würden dem PET-System ca. 4% (800t) PET-Getränkeflaschen verloren gehen, bzw. umgekehrt, wenn diese Fraktion vor dem Recycling sortiert würde, könnten diese Mengen für die PRS-Quote gewonnen werden, was die PRS-Quote um 1.7% steigern würde.

Optisch konnte kein Unterschied festgestellt werden, ob die PET-Getränkeflaschen-Fehlwürfe sich von jenen Flaschen in reinen PET-Ballen unterscheiden. Eine Verschmutzung mit z.B. Milch-/Saftresten oder Crèmes war nicht sichtbar (siehe Abbildungen). Auch liessen sich die PET-Getränkeflaschen von den übrigen Hohlkörpern sehr gut vereinzeln.



Abbildung 17 Photo Gemischt-Fraktion zur Ballenpresse



Abbildung 18 Photo PE-Milchsammlung inkl. Fehlwürfe

# 5 Potentiale – Neue Fraktionen

## 5.1 Einführung Potentiale – neue Fraktionen

Der Fokus dieser Studie liegt auf Haushalts-Fraktionen. Mittels einer Nutzwertanalyse sollen potentiell neue Fraktionen für die Separatsammlung bewertet werden. Weiter wird die Ökologie mittels Umweltbelastungspunkten (UBP 2006) betrachtet und schliesslich eine Öko-Effizienz-Analyse durchgeführt. Die aussichtsreichsten Potentiale fliessen dann in die Betrachtung der Vereinfachungen im Kapitel 6 ein.

Die verschiedenen Kunststoff-Fraktionen bilden ganz klar eine Hauptgruppe für mögliche neue Fraktionen. Getränkekartons und Kaffeekapseln sind eine weitere, auch mengenmässig, relevante Fraktion. Bei der Alu-Sammlung geht es hauptsächlich um eine Erweiterung der bestehenden Sammlung.

Mögliche Fraktionen	Details	Kommentar	
(Listen BAFU, AWEL, ZEBA, REDILO, Kundenanfragen)			
1. Priorität	Alu-Dosen inkl. <i>Tuben, Schalen, Spraydosen</i>	Nespresso: s. unter Kaffeekapseln	
	EPS (Styropor) als Verpackungsmaterial	Projekt KST-Verw-CH	
	Getränkekarton	aus Kunden-Anfragen	
	Kaffeekapseln aus Alu und Kunststoff (PP)	inkl. Nespresso	
	Kunststoffe aus Haushaltungen - Schalen / Becher / Dosen	aus Kunden-Anfragen	Projekt KST-Verw-CH (Gemüseschalen u. Joghurtbecher aus PET)
	Kunststoffe aus Haushaltungen - PE-Hohlkörper (Milch)	aus Kunden-Anfragen	Projekt KST-Verw-CH (inkl. PE-Milchflaschen)
	Kunststoffe aus Haushaltungen - Tragtaschen / Folien	aus Kunden-Anfragen	Projekt KST-Verw-CH
	Kunststoffe aus Haushaltungen - Gemischt		Projekt KST-Verw-CH (Hohlkörper, Schalen und Folien)
...			
2. Priorität	Batterien und Akkus	Nur am Rande	
	Britta-Filter	aus Kunden-Anfragen	
	CD / DVD	aus Kunden-Anfragen	
	Karton	Nur am Rande, da Anfragen betr. Eier- oder Pizzaverpackungen	
	Karten (Kredit, Gutscheine...)	aus Kunden-Anfragen	
	Leuchtmittel	Nur am Rande	
	Metalle (Velos, Pfannen, Patronen Rahmbläser...)	Nur am Rande (z.B. Velo-Rücknahme für caritative Zwecke)	
	Spraydosen (Farbe, Schlagrahm, Haarmittel...)	Nur am Rande, zusammen mit Alu behandeln	
...			

Abbildung 19 Arbeitspapier, Auslegeordnung zur Diskussion möglicher Fraktionen

Neben den oben erwähnten Fraktionen fallen bei den Konsumierenden weitere Abfallprodukte an: defekte Kunststoff-Kisten, alte Gartenmöbel, weitere Alu-Verpackungen wie Alu-Schalen. Detailhandel-intern fallen weitere Betriebsabfälle an wie die hier abgebildeten Bananen-Schachteln aus Kunststoff.



Im Sinne eines Kundendienstes empfehlen wir z.B. für sperrige Fraktionen periodische Rücknahme-Tage, z.B. in Kooperation mit Gemeinden oder lokalen Vereinen und in Koordination mit Entsorger / Abnehmer.

## 5.2 Übersicht Potentiale

Folgende Fraktionen fließen in die Bewertung ein (in Klammern entsprechende Sammelmengen bei einer Sammelquote von 75%):

Fraktion	Details
PET-Getränkeflaschen (41'000 t)	Referenz-Szenario (bestehendes System)
Kunststoff-Hohlkörper (12'000t)	Milchflasche, Hygiene- und Pflegeflaschen, diverse Hohlkörper z.B. für Lebensmittel. Milchprodukte und teilweise Kunststoff-Hohlkörper bestehend (z.B. Migros Luzern).
Getränkarton (19'000t)	Hauptsächlich Milch, daneben Saft und diverse Lebensmittel wie Saucen.
Kunststoffsäcke, Tragtaschen (11'000t)	Saubere Folien mit keinen bzw. nur geringen Verunreinigungen. Wird daher getrennt von anderen Folien (siehe unten Folien diverse) betrachtet.
Folien diverse (38'000t)	Oft Lebensmittelverpackungen (z.B. Pasta, Käse, Fleisch, Gemüse) aber auch Non-Food.
Schalen, Becher, Dosen aus Kunststoff (34'000t)	Oft Lebensmittelverpackungen (z.B. Früchte, Gemüse).
Kaffeekapseln (19'000t)	Diverse Anbieter und Materialien (Alu, Kunststoff und Biomasse). Bestehende Sammlung Nespresso.
CD / DVD (2'000t)	Bestehende Sammlung, z.B. Migros Ost-Schweiz.

Abbildung 20 Potentielle neue Fraktionen

### 5.3 Kriterien Bewertung - Nutzwertanalyse

Kriterium	Details
<b>Hauptkriterien:</b>	Aufgrund eines Workshops mit der Arbeitsgruppe IG DHS vom 12.08.2010
Umweltbelastung UBP = Umweltbelastungspunkte	33% Gewichtung Kriterium für Bewertung „sehr gut“: Die gesamtökologische Einsparung im Vergleich zur Verbrennung in einer heutigen KVA ist signifikant (Abschätzung). (Signifikanz gegeben bei mind. 20-30% UBP-Reduktion)
Tragbarkeit Kosten Logistik / Verwertung	27% Gewichtung Kriterium für Bewertung „sehr gut“: Die Kosten für das Erfassen, Sammeln, Sortieren, Überführen und den Recyclingprozess (d.h. entlang der ganzen Kette) sind tragbar.
Akzeptanz	27% Gewichtung Kriterium für Bewertung „sehr gut“: Akzeptanz bei der Kundschaft und dem Betriebspersonal. Ein Grossteil der Bevölkerung nutzt das Angebot und sammelt die Fraktion separat.
Ergiebigkeit	13% Gewichtung Kriterium für Bewertung „sehr gut“: Potentielle und relevante Mengen im Verhältnis zu anderen Separatsammlungen oder zum Siedlungsabfall sind vorhanden.
<b>Ergänzende Kriterien:</b>	<b>Aufgrund Workshop Anspruchsgruppen 22.10.2010</b>
Kommunizierbarkeit	Das System kann mit verhältnismässigen Mitteln kommuniziert werden, zur Vermeidung drohender Fehlwürfe.
Synergien zu bestehenden Systemen	Synergien zu bestehenden Systemen sind vorhanden (ohne diese zu gefährden): z.B. tiefere Transport- oder Sortierkosten
Einfluss auf bestehende Strukturen	Mögliche Auswirkungen auf z.B. KVA (fehlende Kapazität = Kostensteigerung).
Umsetzbarkeit	z.B. Finanzierung des Systems, Einführung ohne vRB
Sekundärmarkt	Struktur und Entwicklung, z.B. monopolistische Struktur, in der Schweiz oder im grenznahen Ausland Absatzmärkte.
Trends Verpackung	z.B. Eintrag Störstoffe für das stoffliche Recycling wie Bioplastics, auch Marktentwicklung.

Abbildung 21 Kriterien, AG IG DHS und Workshop Anspruchsgruppen

## 5.4 Resultate Nutzwertanalyse mit Haupt- und ergänzenden Kriterien

Kriterien		Fraktionen										
Nutzwertanalyse - Hauptkriterien	Gewichtung	PRS	KST-Hohlkörper	Getränkekarton	Tragtaschen	Folien	Schalen, Becher, Dosen	Kaffeekapseln	CD, DVD	...	...	
1	Umweltbelastung	33%	264	198	165	231	165	132	165	198		
2	Tragbarkeit Kosten Logistik / Verwertung	27%	135	189	189	108	81	54	216	216		
3	Akzeptanz	27%	189	162	189	135	108	108	162	81		
4	Ergiebigkeit	13%	104	65	78	52	104	104	78	13		
	<b>Total NWA Punkte</b>	<b>100%</b>	<b>692</b>	<b>614</b>	<b>621</b>	<b>526</b>	<b>458</b>	<b>398</b>	<b>621</b>	<b>508</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Matrix - ergänzende Kriterien	<small>sehr gut +30 gut +15 neutral 0 eher schlecht -15 sehr schlecht -30</small>	PRS	KST-Hohlkörper	Getränkekarton	Tragtaschen	Folien	Schalen, Becher, Dosen	Kaffeekapseln	CD, DVD	...	...	
1	Kommunizierbarkeit	30	15	15	15	-15	-30	30	15			
2	Synergien bestehende Systeme	30	30	30	15	15	15	-30	-30			
3	Einfluss auf bestehende Strukturen	-15	15	15	-15	-30	-30	15	30			
4	Umsetzbarkeit	30	15	-15	-15	-30	-30	15	15			
5	Sekundärmarkt	30	15	15	15	-15	-30	-15	-15			
6	Trends Verpackung	15	-15	15	-15	-15	-15	30	-30			
..	...											
	<b>Total Matrix</b>	<b>120</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>0</b>	<b>-90</b>	<b>-120</b>	<b>45</b>	<b>-15</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
	<b>Total NWA und Matrix</b>		<b>812</b>	<b>689</b>	<b>696</b>	<b>526</b>	<b>368</b>	<b>278</b>	<b>666</b>	<b>493</b>		
	Reihenfolge NWA		1	3	2	4	6	7	2	5		
	Reihenfolge NWA u. erg. Kriterien		1	3	2	5	6	7	4	8		

Abbildung 22 Nutzwertanalyse und ergänzende Kriterien

- Die Resultate der Nutzwertanalyse aufgrund der vier Hauptkriterien werden durch die ergänzenden Kriterien bestätigt (nur leichte Anpassung der Reihenfolge). PET als Referenz landet wie erwartet - auf Platz 1.
- Kunststoff-Hohlkörper und Getränkekartons werden ähnlich bewertet und bei beiden besteht Synergie-Potential.
- Bei den beiden Fraktionen Folien und Schalen, Becher, Dosen kommt die nur bedingte Eignung für ein stoffliches Recycling zum Ausdruck. Weitergehende Verwertungsvarianten werden im separaten Projekt Kunststoff-Verwertung Schweiz angesehen (Projekt-Oberleitung Bundesamt für Umwelt BAFU).
- Die Fraktion Tragtaschen schneidet analog der Fraktion CD / DVD mittelmässig ab. Bei beiden dürfte die Mengenentwicklung negativ sein.
- Das Recycling von Kaffeekapseln lohnt sich - wegen des Alus. Es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Fraktion heterogener wird (vermehrt Kunststoffe, z.B. PLA).

- Der Einfluss auf bestehende Systeme (KVAs) ist bei den mengenmässig grossen Kunststoff-Fraktionen (z.B. Schalen, Becher, Dosen) spürbar.
- Die Kommunizierbarkeit als wichtiges Kriterium ist bei Fraktion Folien eingeschränkt und bei Fraktion Schalen, Becher, Dosen aus Kunststoff sehr schwierig.

## 5.5 Resultate Ökologische Bewertung (UBP 2006)

Basis für die ökologische Bewertung der Potentiale bildet die Verbrennung in der KVA mit optimierten Wirkungsgraden (50% mit 73% Wärme und 7% Strom und 50% mit 13% Wärme und 25% Strom). Wir haben für die verschiedenen Fraktionen eine 75% Sammel-/Verwertungsquote angenommen und die verbleibende Belastung dargestellt (Einsparungen = Differenz zu 100%).

### Reduktion der Umweltbelastung bei einer Sammelquote von 75% (Angabe in UBP):

(KVA als Referenz auf 100%, UBP = Umweltbelastungspunkte)

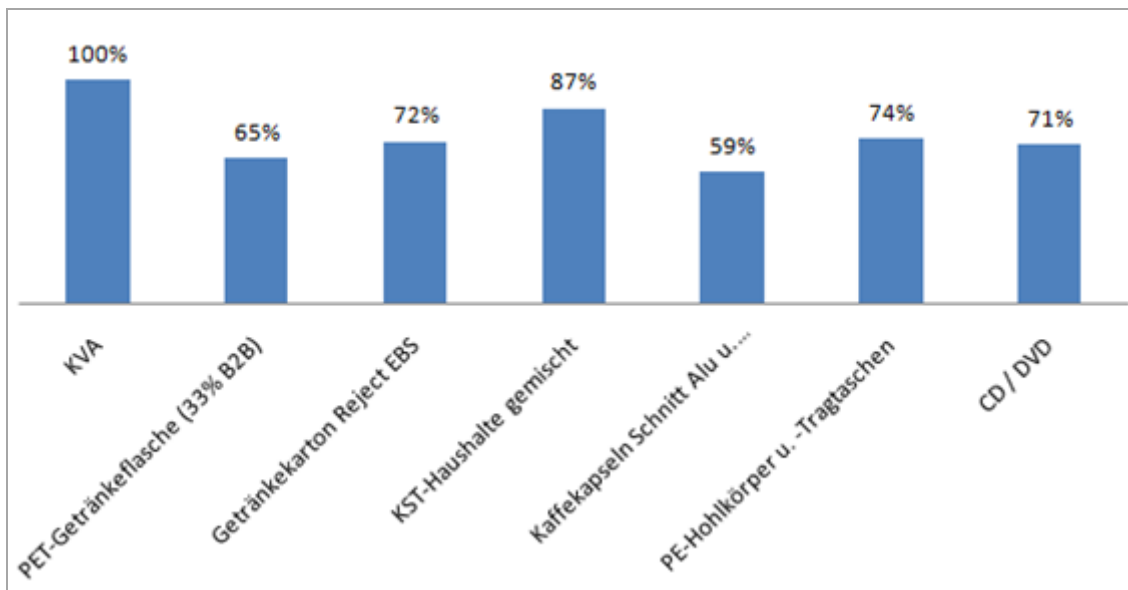


Abbildung 23 UBP 2006 verschiedene Fraktionen, Recycling im Vergleich zur Entsorgung in KVA, Quelle Carbotech

- Die PET-Sammlung bringt eine grosse ökologische Verbesserung (35%, je nach Annahme bzgl. Anteil Bottle-to-Bottle-Recycling).
- Kaffeekapseln bringen eine grosse ökologische Verbesserung, wobei die Unsicherheiten gross sind (Anteil Alu, Entwicklung Kunststoff-Kapseln, Verwertung Kaffeesatz). Das Verbesserungspotential bei Kunststoff-Kapseln ist gering, bei Alu-Kapseln sehr hoch.
- Getränkekartons und CD/DVDs sind in einem ähnlichen Bereich wie die PE-Milchflaschen oder Kunststoff-Tragtaschen (vereinfacht unter PE-Hohlkörper und -Tragtaschen subsumiert).

- Gemischte Kunststoffe aus Haushaltungen (in der Grafik: KST-Haushalte gemischt) lassen sich nur bedingt stofflich rezyklieren, was die ökologische Bewertung negativ beeinflusst.
- PE-Hohlkörper und PE-Tragtaschen sind in der ökologischen Betrachtung zusammen betrachtet worden, da bei beiden Fraktionen grossmehrheitlich die gleichen ökologischen Basisdaten zugrunde gelegt werden.

Die ökologische Bewertung stützt die Annahmen aus der Nutzwertanalyse. Aus ökologischer Sicht fällt die gemischte Kunststoff-Fraktion weg. Obige Bewertung berücksichtigt jedoch die Ergebigkeit nicht. Darum haben wir die Reduktion der UBP mit der Potentialmenge bei 75% Sammelquote multipliziert und damit die Jahres- UBP-Einsparung dargestellt:

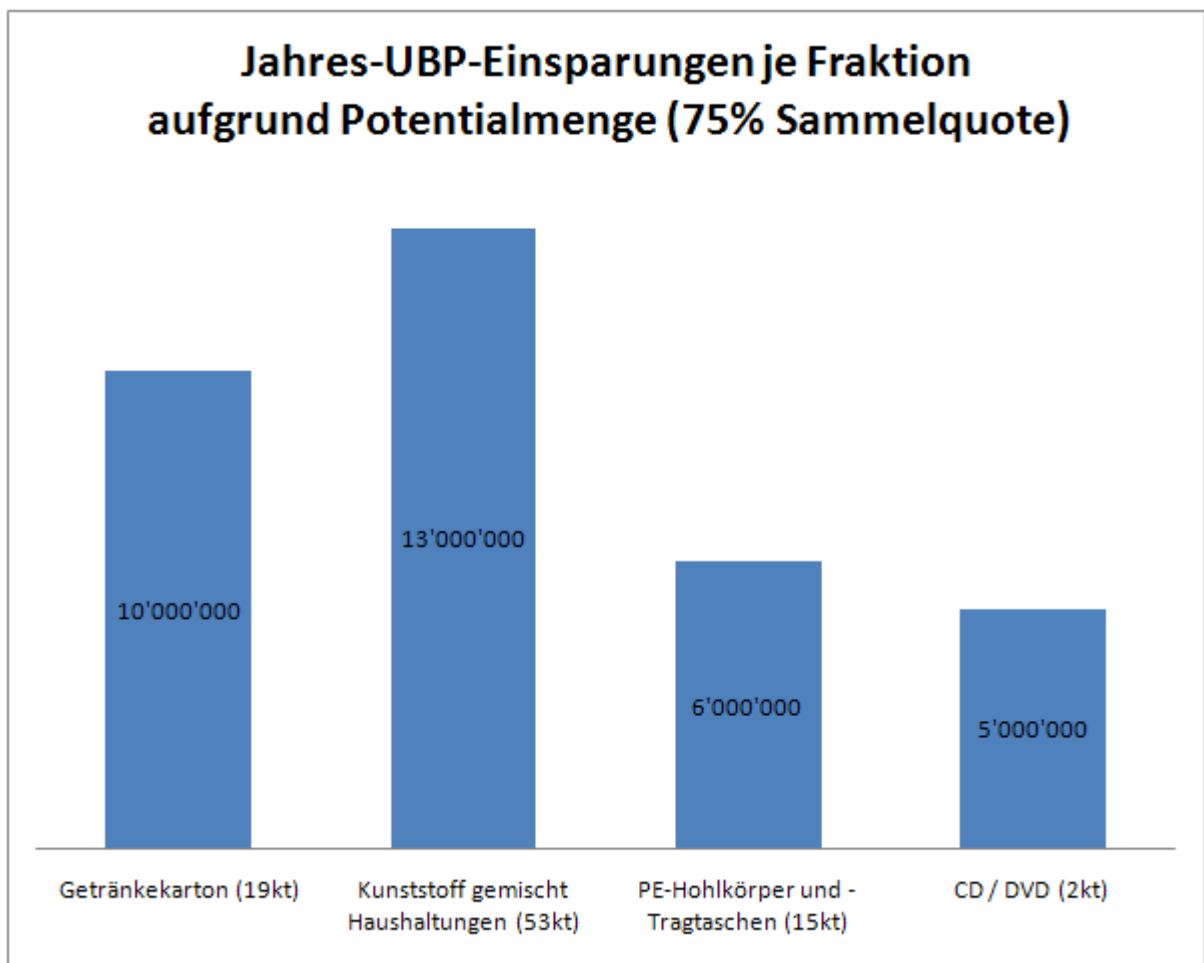


Abbildung 24 UBP-Reduktion je Fraktion mit Potentialmenge multipliziert (potentielle Einsparung UBP 2006 im Jahr)

- PET-Flaschen und die Kaffeekapseln erreichen UBP-Einsparungen von mehr als 50 Mio. im Jahr.
- Die Jahres-Einsparungen bei CD / DVD sind in Anbetracht der relativ kleinen Mengen doch beachtlich.
- Umgekehrt sind die Jahres-Einsparungen bei der gemischten Kunststoff-Fraktion aus Haushaltungen in Anbetracht der grossen Mengen klein.
- Getränkekarton und PE-Hohlkörper bewegen sich in einem ähnlichen Rahmen, wobei Getränkekarton leicht besser abschneidet.

Obige Bewertung berücksichtigt jedoch die Kosten-/Nutzen-Relation nicht und ist daher nur bedingt aussagekräftig. Darum haben wir zusätzlich eine Öko-Effizienz-Berechnung (siehe nächstes Kapitel) durchgeführt.

## 5.6 Resultate Öko-Effizienz (ökonomisch, ökologisch)

Die Öko-Effizienz ist bei der Sammlung in Gemeinden grundsätzlich tiefer, da die Sammlung in den Gemeinden aufgrund der Logistik teurer ist. Die Sammlung einer leichten Fraktion wie PET-Flaschen könnte beispielhaft in CHF je kg wie folgt aussehen:

Transport CHF 0.50 zuzüglich Entschädigung für Sammelstelle CHF 0.20 = Total CHF 0.70. Der Detailhandel erhält zur Zeit eine Entschädigung von CHF 0.18 (siehe Folgeabschnitt dazu), hinzu kommen die Transportkosten von z.B. CHF 0.05 (Ballen) = Total CHF 0.23.

Ob die hier erwähnte Entschädigung für den Detailhandel die Vollkosten für alle Prozesse (Investitionen in Infrastruktur, Handling Sammelstelle, Rücktransport, Handling und Verdichtung zu Ballen) trägt, ist fraglich und wurde im Rahmen dieses Projekts nicht näher überprüft. Auch wenn diese Kosten wesentlich höher wären, bleibt eine grosse Differenz zu den Gemeinden bestehen (welche teilweise auch argumentieren, ihre Entschädigung sei nicht kostendeckend).

Aufgrund der gewählten Systemgrenze (s. Kap. 1.4) wurde eine haushaltsnahe Sammlung nicht untersucht.

In dieser Studie beruht die Berechnung der Öko-Effizienz auf einer Betrachtung mit Fokus auf die einzelnen Fraktionen und das jeweilige Recyclingsystem, im Vergleich zur Verbrennung in einer KVA. Mit dem gleichen finanziellen Aufwand kann in anderen Bereichen mit anderen Massnahmen auch eine eventuell grössere Reduktion der Umweltbelastung erreicht werden. Eine Vergleich mit solchen anderen Massnahmen war jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Studie (Systemgrenze).

Die Resultate der Öko-Effizienz für eine Sammlung durch den Detailhandel zeigen folgendes Bild (Angaben in Bezug auf eine optimierte KVA = 100%; ein Wert über 100% bedeutet, dass das Recycling der untersuchten Fraktion entsprechend ökoeffizienter ist als die Verbrennung in der KVA):

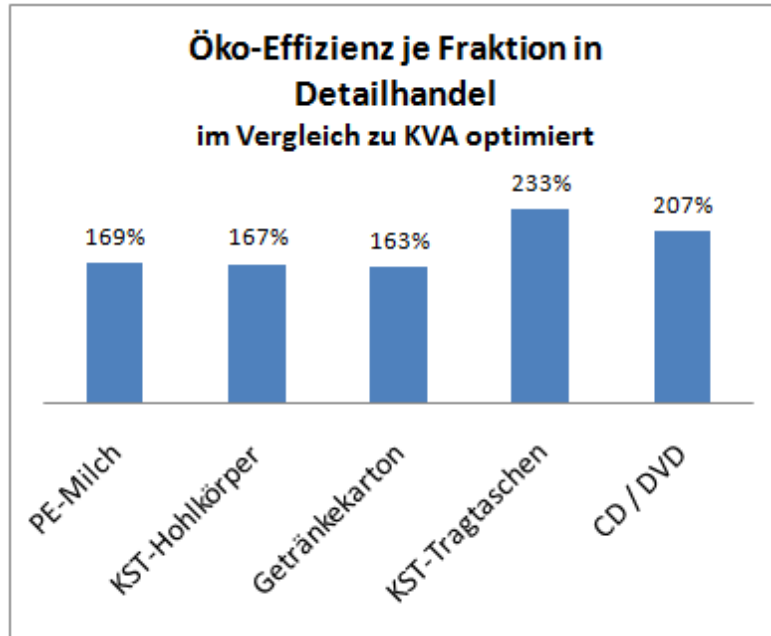


Abbildung 25 Öko-Effizienz je Fraktion, Sammlung durch Detailhandel, KVA = 100%, REDILO und Carbotech

- CD / DVD sowie die Tragtaschen sind hauptsächlich aufgrund der Materialerlöse hoch bewertet.
- PE-Milch, Kunststoff-Hohlkörper sowie Getränkekartons sind im ähnlichen Rahmen öko-effizient. Getränkekartons schneiden trotz fehlendem bzw. tiefen Materialerlös ähnlich gut ab wie PE-Milch und Kunststoff-Hohlkörper.
- Aufgrund der Unsicherheiten bzw. fehlenden Daten haben wir Kaffeekapseln in dieser Stufe nicht berücksichtigt. Hierfür bräuchte es detailliertere Informationen, die im Rahmen dieser Studie nicht zur Verfügung standen.

Zusammenfassend, aus volkswirtschaftlicher Sicht:

Auch mit optimierten KVAs eignen sich die Fraktionen PE-Milch, Kunststoff-Hohlkörper und -Tragtaschen, Getränkekartons sowie CD/DVDs für das stoffliche Recycling.

## 5.7 Fazit neue Fraktionen

- Die Abfallzusammensetzung und damit die einzelnen Fraktionen (Mengen, Zusammensetzung etc.) verändern sich. Aus diesem Grund ist eine periodische Überprüfung und all-fällige Anpassung der Separatsammlungen sinnvoll.
- PET-Recycling als Referenz-Szenario für neue Fraktionen bestätigt mit Platz 1 in der ergänzten Nutzwertanalyse die Wichtigkeit dieser bestehenden Sammlung.
- Die Kunststoff-Fraktion Schalen, Becher, Dosen schneidet für das stoffliche Recycling schlecht ab. Das Potential für weitere Verwertungswege (z.B. als Ersatzbrennstoff) ist Teil des Projekts Kunststoff-Verwertung-Schweiz unter der Projektoberleitung BAFU. Die Kommunizierbarkeit sowie die stoffliche Verwertung dieser Fraktion ist schwierig, Weiter wird durch den hohen Heizwert den KVA doch eine merkliche Menge entzogen, was die Berücksichtigung dieser Auswirkung nötig macht.
- Die Fraktion Folien ist recht heterogen: stark verschmutzt und im Lebensmittelbereich oft mit Barrierematerial ausgestaltet, was das stoffliche Recycling erschwert. Auf der anderen Seite eignen sich Folien wie Sixpacks- und Zeitschriften-Umverpackungen gut fürs stoffliche Recycling. Die Logistikkosten sind durch das tiefe Schüttgewicht relativ hoch.
- Tragtaschen eignen sich gut fürs stoffliche Recycling. Die Mengen nehmen jedoch ab. Die Abgrenzung zu anderen Folien (Kommunizierbarkeit und damit Fehlwürfe) dürfte nicht einfach sein.
- Die Sammlung der Kaffeekapseln lohnt sich für den Alu-Teil (Materialerlös, starke Reduktion UBP). Dieser ist im Vergleich zum Kaffeesatz (und zum Kunststoff anderer System) jedoch relativ klein, was das Potential relativiert. Mit dem Systemeintritt anderer Kapseln (z.B. Bioplastics) erhöht sich die Heterogenität dieser Fraktion, was die Materialerlöse schmälert bzw. die Sortierkosten erhöht und letztlich die Öko-Effizienz schmälert. Aufgrund der Kriterien im Kapitel 13 bezüglich Sammlung in Gemeinde vs. Detailhandel ist diese Fraktion in der Gemeinde zu sammeln. Zudem besteht heute bereits ein grossflächiges Sammelsystem in den Gemeinden und im Fachhandel. Somit besteht kein weiterer Handlungsbedarf im Rahmen dieses Projekts.
- CD / DVD sind in einem ähnlichen ökologischen Bereich wie andere separat erfassten Kunststoffe, jedoch bei geringer Ergiebigkeit und rückläufigen Mengen. Die hohen Materialerlöse machen eine Sammlung attraktiv bzw. öko-effizient.
- Die Fraktion Getränkekarton ist einfach zu rezyklieren. Die Ergiebigkeit ist relativ hoch und die Nachfrage im Sekundärmarkt ist vorhanden. Die Materialerlöse sind jedoch sehr tief. Die Öko-Effizienz ist in etwa im Rahmen der PE-Milch oder Kunststoff-Hohlkörper-Fraktion.
- Die Fraktion Kunststoff-Hohlkörper lässt sich gut stofflich rezyklieren. Der Materialerlös ist noch relativ hoch. Werden in Zukunft jedoch vermehrt PE- und PP-Flaschen durch PET-Flaschen im Non-Food-Bereich substituiert, dann erhöht sich die Materialvielfalt dieser Fraktion und der entsprechende Materialwert wird wegen der notwendigen Sortierung reduziert.

- Folien und Schalen, Becher und Dosen aus Kunststoff lassen sich nur mit einem grossen Aufwand – und nur teilweise stofflich rezyklieren, weswegen diese Fraktionen nicht weiter berücksichtigt werden (jedoch im Projekt Kunststoff-Verwertung Schweiz ein Thema sind).

Zusammenfassende Überlegungen für weitere Schritte:

Kunststoff-Hohlkörper und Getränkekarton sollen aufgrund der Öko-Effizienz in die weiteren Überlegungen mit einbezogen werden. Beide schneiden in der Bewertung relativ hoch ab und haben Potential für Synergien.

Kunststoff-Tragtaschen sowie CD / DVD haben aufgrund der Öko-Effizienz Potential. Da bei beiden Fraktionen die Mengen rückläufig sind, sehen wir keinen Handlungsbedarf für die IG DHS (weitere Abklärungen zu KST-Tragtaschen allenfalls im Bereich PE-Folien im Projekt Kunststoff-Verwertung Schweiz). Folien und Schalen, Becher und Dosen aus Kunststoff lassen sich nur mit einem grossen Aufwand – und nur teilweise stofflich rezyklieren, weswegen diese Fraktionen im Rahmen der vorliegenden Studie nicht weiter berücksichtigt werden. Für Kaffeekapseln besteht bereits heute ein flächendeckendes Sammelsystem in den Gemeinden und im Fachhandel, somit kein Handlungsbedarf im Rahmen dieses Projekts.

# 6 Potentiale – Vereinfachungen und Szenarien

## 6.1 Einführung Potentiale – Vereinfachung Sammlung

Es soll abgeklärt werden, ob es Sinn macht, bestimmte Fraktionen, die bereits separat gesammelt werden oder ein Potential für eine zukünftige zusätzliche separate Sammlung haben, zwecks Synergien zusammen zu legen. Solche potentiellen Vereinfachungen sollten sowohl ökologisch als auch ökonomisch vorteilhaft sein, damit sie für eine weitere Bearbeitung und mögliche Umsetzung empfohlen werden können.

### **Prämisse IG DHS:**

Falls Fraktionen zu einer gemischten Sammlung zusammengelegt werden, muss das Ziel eines stofflichen Recyclings immer oberste Priorität haben. Es darf keine Mischfraktion entstehen, die sich im Vorhinein nur für eine thermische Verwertung eignet (z.B. als Ersatzbrennstoff in einem Zementwerk). Muss eine gemischt gesammelte Fraktion sortiert werden, dann sollte jener Restanteil, der nur noch thermisch verwertet werden kann, so klein wie möglich ausfallen (Fremdstoffe, Fehlwürfe). Eine optimale Auswahl einzelner Fraktionen kann dieser Prämisse Rechnung tragen.

### **Prämisse VGV, Verordnung über Getränkeverpackungen:**

In der VGV wird der Begriff „Verwertung“ wie folgt klar definiert: „Als Verwertung von Getränkeverpackungen gilt die Herstellung neuer Verpackungen oder anderer Produkte aus gebrauchten Verpackungen.“ Zudem wird in Art. 8 VGV für Getränkeverpackungen aus Glas, PET und Aluminium eine Verwertungsquote von je mindestens 75% verlangt. Eine gemischte Sammlung, die Getränkeverpackungen aus diesen Materialien enthält, sollte demnach nicht dazu führen, dass eine bereits entsprechend hohe Verwertungsquote von >75% durch die Folgen einer Mischsammlung vermindert wird, somit unter 75% fällt und dies Konsequenzen gemäss VGV nach sich zieht (z.B. Pfandpflicht).

### **Beispiel der Zusammenlegung der Sammlung von Alu und Weissblech**

Im Jahr 2004 wurden die beiden Separatsammlungen Alu und Weissblech zusammen gelegt. Aufgrund der steigenden Fehlwurfrate mussten die einzelnen Fraktionen eh schon über einen Metallabscheider (Vorsortierung), was das Zusammenführen der beiden Materialien stark erleichterte (kein zusätzlicher Prozessschritt). Ein weiterer Grund waren Änderungen im Verpackungsdesign. So wurden zunehmend Stahlblechdosen mit Alu-Deckeln hergestellt. Dies erforderte ein Überdenken und Vereinfachen des Systems. Nachfolgend eine Liste von Vorteilen, die die gewünschte Vereinfachung zu einem Sammelsystem mit sich brachte:

- Ein einziger Container = weniger Platz und Kosten
- Unterhalt geringer
- Weniger Logistikkosten (bessere Füllung)
- Weniger Administration, da eine Rückerstattung, eine Rechnung
- Einfachere Kommunikation, übersichtlicherer Abfallkalender
- Regelmässige Leerung = weniger Verschmutzung
- Sortierung durch Industrie bzw. vRB gedeckt
- Moderne, effiziente Sortierung möglich
- Nur noch eine Anlieferung ins Sortiercenter
- Weniger Leerfahrten
- Kein Trennen durch Bevölkerung mehr nötig
- Vereinfachung erhöht Sammelbereitschaft

Mittels einer Nutzwertanalyse (NWA) wurden die möglichen Vereinfachungen bewertet. Zu diesen NWA-Bewertungen hinzugezogen wurden Erkenntnisse der Sortierung und der Bewertung potentiell neuer Fraktionen. Dies hat dazu geführt, dass gewisse Vereinfachungen aufgrund bestimmter Kriterien von weiteren Bewertungen ausgeschlossen werden konnten.

Aufgrund der Komplexität solcher Szenarien- und System-Betrachtungen wurde im Anschluss auf eine rein ökologische Bewertung mittels LCA (Life Cycle Analysis, Ökobilanz) verzichtet, da diese Methode nicht den notwendigen Gesamtnutzen darstellen würde. Nun wurde dazu ein neuer Bewertungsansatz mittels der Fuzzy-Set-Theorie gewählt. In dieses Bewertungsmodell fliessen, nebst vielen weiteren, auch ökologische Kriterien mit ein (siehe Kapitel 7).

## **6.2 Wichtige Voraussetzungen: Vereinzelbarkeit und Sortierbarkeit**

Die wichtigste Voraussetzung, dass die bei einer gemischten Sammlung vereinten Fraktionen auch einem stofflichen Recycling zugeführt werden können, ist die ideale Sortierbarkeit. Dabei sollten eine hohe Reinheit und eine maximale Ausbringung (Ausbeute) erreicht werden. An dieser Stelle wird auf das Kapitel 3 dieser Studie verwiesen. Es behandelt das Thema Sortierung eingehend und diskutiert zudem die Themen „Cross-Kontamination“ und „Möglichkeiten/Grenzen der Sortiertechnologie“. Diese Erkenntnisse und Kommentare sind von zentraler Bedeutung und fliessen ein in die Überlegungen punkto Zusammenlegung von Fraktionen und Vereinfachung bei der Sammlung.

Damit die gemischten Materialien und Fraktionen auch wieder gut aussortiert werden können (technisch machbar, finanziell tragbar), ist unbedingt auf die folgenden zwei Punkte zu achten:

- optimale Verträglichkeit der einzelnen Materialien/Fraktionen

- gute Vereinzelung der zu Transportzwecken verpressten Materialien/Faktionen  
 → siehe dazu auch Kapitel 4 (Ballenversuch – Sortierbarkeit)

Die grünen Bereiche in der nachfolgenden Übersicht zeigen jene Materialien/Faktionen mit einer hohen gegenseitigen Verträglichkeit bei einer gemischten Sammlung:

- bei Kunststoff-Flaschen und Getränkekartons (Hohlkörper) oder bei Folien und Tragtaschen ist die gewünschte optimale Verträglichkeit vorhanden
- Hohlkörper/Flaschen mit Folien/Tragtaschen vertragen sich nur bedingt bis gar nicht

### Bewertung Verträglichkeit einzelner Materialien / Fraktionen



Matrix Stufe Sammlung, Logistik, Kommunikation

Übersicht

Stand:

21.10.2010

Matrix Verträglichkeit Materialien / Fraktionen	Kommentare	Markt geschätzt (tl. Neu?)	Übersicht															
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 PET-Getränkflaschen	Non-Food-PET-FI. (Pflege, Reinigung) als Herausf.]	45'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2 PE-Milchflaschen	Kommunikativ zu 3 wie auch 4 sehr verträglich	10'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3 Kunststoff-Flaschen (inkl. Non-Food, PE, PET, PP)	Systemkonformität? Sensibilisierung Industrie wichtig	10'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4 Getränkekarton	Sortierung mit Folien = höhere Fehlwürfe, da "flacher Hohlkörper"	20'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5 Glas (hauptsächlich Flaschen)	Scherben = Kleinteile = Abrieb, Staub	350'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6 Alu / Weissblech	Gut sortierbar, mit Drittmaterial zu Ballen verpresst = Verkeilung	20'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
7 Kaffee-Kapseln (hauptsächlich Alu / Kaffee)	Aufbereitung notwendig, verschiedene Systeme zusammen	25'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8 Papier / Karton	Macht Sortierung sehr aufwendig, Kleinteile, Feuchte = klebrig	1'400'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
9 Grüngut	Hohe Querver Verschmutzung	1'000'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10 E + E-Geräte	Komplexe Aufbereitung = Chancen aber auch Risiken für Drittmaterial	110'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
11 Textilien	Sehr spezifische Fraktion	50'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
12 Batterien	Logistische Verwendtheit zu Kaffeeapseln, Alu und Kunststoff	2'500	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
13 CDs	Könnte mit E + E gesammelt werden	3'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
14 Kunststoff-Schalen, -Becher, -Dosen (PE, PET, PP, PS)	PS-Becher-Kleinteile (brüchig) als Störfaktor	50'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
15 Kunststoff-Folien Haushalte (PE, PET, PP, Verbunde)	Heterogene Fraktion, hoher Anteil EBS	50'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
16 Kunststoff-Tragtaschen Haushalte (PE, PP)	Relativ homogene, saubere Fraktion, kleiner Anteil EBS	15'000	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>Total</b>		<b>3'160'500</b>																

Abbildung 26 Matrix Verträglichkeit einzelne Fraktionen

## 6.3 Ausschlusskriterien Fraktionen – Erkenntnisse für das Bilden vereinfachter Szenarien

Erkenntnisse aus der Diskussion zum Thema Sortierung, aber auch aus Überlegungen zur Bewertung potentiell neuer Fraktionen, haben zu spezifischen Ausschlusskriterien geführt. Diese Kriterien führten dazu, dass gewisse Materialien / Fraktionen gar nicht in die weiteren Bewertungen möglicher Vereinfachungen eingeflossen sind.

Nachfolgend eine Aufstellung von Ausschlusskriterien mit der entsprechenden Begründung:

- Diverse Hohlkörper wie Kunststoff-Flaschen, Getränkekartons und Alu/Weissblech-Dosen lassen sich grundsätzlich technisch sehr gut sortieren. Wenn eine Mischung zu Transportzwecken verpresst wird (übliche Praxis in der Schweiz, im Gegensatz zu Sammlungen z.B. in Deutschland oder Österreich), verklemmen sich Metallverpackungen oft mit anderen Materialien. Es bilden sich Klumpen mit Metall-Kunststoff-Mischungen, die dann nicht mehr einer sortenreinen Fraktion zugeordnet werden können. Die Reinheit einer Fraktion wird somit vermindert und die Ausbringung (Ausbeute) reduziert.  
**→ Alu- und Weissblechdosen sollen nicht mit Kunststoff-Hohlkörpern zusammen gesammelt werden.**
- Die Sortierung einer gemischten Fraktion von Kunststoff-Folien (2D) und –Hohlkörpern (3D) ist technisch machbar (z.B. mittels Windsichtung). Durch diesen zusätzlichen Prozess erhöhen sich aber die Sortierkosten erheblich. Zudem werden Durchsatz als auch Ausbringung und Materialreinheit stark reduziert (Verschleppung von Folien in andere Fraktionen, Folien kleben und umhüllen andere Hohlkörper).  
Die Folien-Fraktion ist ziemlich heterogen, oft stark verschmutzt (Cross-Kontamination) und im Lebensmittelbereich mit Barrierematerial ausgestattet, was das stoffliche Recycling erschwert. Auch ist damit zu rechnen, dass die Folien bei den vorhandenen Sammelstellen im Detailhandel die Einwurflöcher verstopfen können (grosser Platzbedarf und geringeres Schüttgewicht).  
Eine separate Sammlung von sauberen Folien und Tragtaschen im Detailhandel wäre wohl denkbar, ist jedoch von der Kommunikation und dem Verständnis der Konsumierenden her sehr schwierig umzusetzen (Unterscheidung zu anderen Folienarten)  
**→ Folien sollen nicht mit anderen Fraktionen zusammen gesammelt und verpresst werden.**  
**→ Reine Folienfraktion über Gemeindesammelstelle denkbar.**
- Kunststoff-Hohlkörper und Getränkekartons lassen sich nach dem Verpressen wieder gut vereinzeln und danach auch gut sortieren. Das Mitsammeln erhöht den Durchsatz und die Umschlagmenge an der Sammelstelle und vermindert dadurch das Risiko von Geruchs- und Hygieneproblemen durch zu lange Lagerungszeiten.  
Sowohl die bestehende PE-Milchflaschen- als auch eine Kunststoff-Hohlkörper-Fraktion sind mittelfristig zu sortieren, da aus Erfahrungen damit gerechnet werden muss, dass die Fremdstoffanteile und Fehlwürfe zusehends ansteigen.

Ein weiterer positiver Nebeneffekt: Werden irrtümlicherweise PET-Getränkeflaschen in diese Fraktion geworfen (Fehlwürfe), dann können sie durch die anschliessende Sortierung für das stoffliche Recycling wieder zurück gewonnen werden.

**→ Getränkekartons und Kunststoff-Hohlkörper können gut zusammen gesammelt werden.**

- Die Fraktion Schalen / Becher / Dosen aus Kunststoff ist sehr heterogen, was die Materialien betrifft, und oft auch stark verschmutzt. Daher eignet sich diese Fraktion schlecht für das stoffliche Recycling. Auch wenn sie aus dem gleichen Material wie Hohlkörper und Flaschen hergestellt sind, können sie von den automatischen optischen Modulen bei der Sortierung nur sehr schlecht erkannt und unterschieden werden.

**→ Schalen, Becher und Dosen sollen nicht zusammen mit anderen Fraktionen gesammelt werden.**

- Die Fraktion Kaffeekapseln ist, im Gegensatz zu den anderen Fraktionen, sehr material-spezifisch (inkl. Rückgewinnung Kaffeesatz), mit neuen Kapselsystemen auch sehr heterogen (verschiedene Kunststoffe und auch Bio-Plastics) und daher für eine gemischte Sammlung nicht geeignet.

**→ Kaffeekapseln sind für eine gemischte Sammlung nicht zu berücksichtigen.**

- Bei der Fraktion CD/DVD handelt es sich auch um eine material-spezifische Fraktion mit einem hochwertigen Kunststoff (Polycarbonat). Dies macht eine separate Sammlung attraktiv und auch öko-effizient (obwohl geringe Marktmenge, Ergiebigkeit). Da es sich hierbei auch nicht um eine Verpackung handelt (Verständlichkeit für Konsumierende, Kommunikation), wird von einem Mit-Sammeln abgesehen.

**→ CD/DVD werden für eine gemischte Sammlung nicht berücksichtigt.**

- Die Sammlung von Glas verursacht Scherben und Staub, was die Qualität der anderen Fraktionen und auch der Aufbereitungsanlagen stark beeinträchtigt.

**→ Glas soll weiterhin separat gesammelt werden.**

- In Bezug auf die Ausführungen in Kapitel 10 (Die Situation der PET-Getränkeflaschen) wird zum jetzigen Zeitpunkt auf ein Mitsammeln von PET-Getränkeflaschen verzichtet.

**→ PET-Getränkeflaschen sollen aus heutiger Sicht nicht mit Kunststoff-Hohlkörpern allgemein gemischt werden.**

**→ PET-Getränkeflaschen zusammen mit nur PE-Milchflaschen wäre problemloser.**

Die Frage einer möglichen gemischten Sammlung mit PET-Getränkeflaschen soll zu einem späteren Zeitpunkt nochmals überprüft werden (Entwicklung von Verpackungsmaterialien und Aufbereitungstechnologien). Aus diesem Grund wurden die PET-Getränkeflaschen trotzdem in die weiteren Überlegungen punkto Vereinfachungen einbezogen.

Aufgrund der hier aufgeführten Ausschlusskriterien werden für die weiteren Überlegungen zur Bewertung von Vereinfachungen mittels einer Nutzwertanalyse die folgenden Fraktionen favorisiert:

- **PE-Milchflaschen**
- **Kunststoff-Hohlkörper**
- **Getränkarton**
- **(PET-Getränkeflaschen)**

Um mögliche Vereinfachungen gesamtheitlich zu betrachten und obige Aussagen bestätigen zu können, wurden auch Fraktionen in die weitere Bewertung (Nutzwertanalyse) integriert, die eigentlich hier bereits ausgeschlossen werden könnten (Folien, Schalen/Becher/Dosen). Somit wird gewährleistet, dass Aussagen nicht nur aus einem Blickwinkel beurteilt werden, sondern Bewertungen mit verschiedenen Methoden konsistente Resultate und Erkenntnisse liefern.

## 6.4 Nutzwertanalyse möglicher Vereinfachungen

Um ausgewählte Szenarien für eine Vereinfachung einer ersten qualitativen Bewertung zu unterziehen, wurde eine Nutzwertanalyse mit den folgenden Kriterien und Gewichtungen durchgeführt:

Kriterium	Details
<b>Hauptkriterien:</b>	Auswahl aufgrund einer Arbeitsgruppensitzung Referenz: Alle Fraktionen separat gesammelt Bewertung (Punkte): -3/-4 signifikant schlechter als Referenz -1/-2 eher schlechter als Referenz 0 analog Referenz +1/+2 eher besser als Referenz +3/+4 signifikant besser als Referenz
<b>Umweltbelastung</b> (Gewichtung 33%)	Beschrieb: Die Vereinfachung führt im Vergleich zur Referenz nicht zu signifikanten Veränderungen in der Umweltwirkung, z.B. durch Downcycling oder Mengenverlust
<b>Ökonomie</b> (Gewichtung 33%)	Beschrieb: Die Kosten für das Erfassen, Sammeln, Sortieren, Überführen und den Recyclingprozess sind tragbar.
<b>Akzeptanz</b> (Gewichtung 33%)	Beschrieb: Die Akzeptanz ist bei der Bevölkerung und mit der Sammlung betroffenen Stellen vorhanden (Personal Sammelstelle, Logistik, Sortierung, Verwertung).
<b>Ergänzende Kriterien:</b>	nicht gewichtet Argument: klein / mittel / hoch Diese Kriterien sind nur als zusätzliche Argumente in die Bewertung der Szenarien eingeflossen.
Vereinfachungsgrad	Wie stark weicht das Szenario von der Referenz ab?
Grad des Widerstands	Wie stark dürfte der zu erwartende Widerstand sein?
Unsicherheitsgrad	Wie hoch ist die Unsicherheit innerhalb des Szenarios (Eintrittswahrscheinlichkeit der ökologischen und ökonomischen Annahmen)?
Schwierigkeitsgrad	Wie komplex, risikoreich ist die Realisierung?

Abbildung 27 Kriterien Nutzwertanalyse Szenarien Vereinfachung

Basierend auf den Erkenntnissen aus dem Kapitel 6.3 wurden die folgenden Szenarien definiert und mittels einer Nutzwertanalyse bewertet.

Den in der Abbildung 27 aufgeführten Hauptkriterien wurden gemäss den spezifischen Begründungen Bewertungspunkte zugeordnet, von -4 bis +4 (siehe erste Zeile in Abbildung oben). Diese Punkte multipliziert mit den Gewichtungen ergibt eine Bewertungszahl für das entsprechende Kriterium (siehe nachfolgende Tabelle).

Szenario	Beschrieb	Bewertung	Kommentar
Referenz	Separate Erfassung sämtlicher Fraktionen (PE-Milchflaschen, Kunststoff-Hohlkörper, Getränkekartons, PET-Getränkeflaschen, Folien, Schalen/Becher/Dosen)		
1	PE-Milchflaschen, Kunststoff-Hohlkörper und Getränkekarton zusammen, PET-Getränkeflaschen separat, Sammlung im Detailhandel.	200	Bisherige Fehlwürfe landen nun durch das Mitsammeln am richtigen Ort. Sortierung möglich, hohe Ausbeute und gute Reinheit. Convenient. Vereinfachte Sammellogistik.
2 (siehe Kommentar unten)	PE-Milchflaschen und Kunststoff-Hohlkörper zusammen, PET-Getränkeflaschen und Getränkekartons (GK) separat, Sammlung im Detailhandel, ergänzt durch Gemeinde.	-167 <i>(100)</i>	Hohe Fehlwurfrate (bereits heute) in allen Fraktionen sehr wahrscheinlich. <i>(Falls GK nicht auch noch zusätzlich getrennt gesammelt wird, reduzieren sich die artfremden Fehlwürfe und der Handling-Aufwand wird vermindert.)</i>
3	PE-Milchflaschen, PET-Getränkeflaschen und Getränkekartons zusammen ("food"), Kunststoff-Hohlkörper separat, Sammlung Detailhandel, ergänzt durch Gemeinde.	167	Alle verwertbaren Getränke- und Food-Hohlkörper zusammen. Kommunikation schwierig, aber machbar. Wenig Fehlwürfe. Skalenerträge Sortierung. Erhöhte Wertschöpfung durch PET.
4	Folien "non-food" / "sauber" (inkl. Tragtaschen und Säcke), Sammlung Gemeinde, zusätzlich zu DH-Szenario 1, 2 oder 3.	100	Hohe stoffliche Verwertung. Hoher Materialerlös. Wenig Sortierung. Schwierige Abgrenzung zu anderen Folien, kommunizierbar? Fehlwürfe wahrscheinlich.
5	Folien "alle" (inkl. Schalen, Becher etc.), Sammlung Gemeinde oder haushaltnah, zusätzlich zu DH-Szenario 1, 2 oder 3.	-33	Hoher Sortieraufwand. Ev. hoher EBS-Anteil (EBS = Ersatzbrennstoff) durch grosse Verschmutzung, hohe Kosten möglich. Kommunizierbar.

Abbildung 28 Nutzwertanalyse Szenarien Vereinfachung

### Kommentar zu Szenario 2:

Beim Szenario 2 wurde angenommen, dass nebst der gemischten Sammlung von PE-Milchflaschen und Kunststoff-Hohlkörpern zusätzlich als neue Fraktion Getränkekartons getrennt gesammelt werden. Bei der Bewertung dieses Szenarios erhält die mögliche Zunahme von Fehlwürfen ein höheres Gewicht. Würde nun jedoch von einer getrennten Sammlung von Getränkekartons abgesehen, ist nicht mehr mit einer erhöhten Fehlwurfrate zu rechnen. Es ist anzunehmen, dass sie sich in einer ähnlichen Grössenordnung bewegt wie bei der heutigen getrennten Sammlung von PE-Milch- und PET-Getränkeflaschen. Zudem reduziert sich der Aufwand beim Handling (Beteiligte). Fehlwürfe von PET-Getränkeflaschen könnten jedoch durch die notwendig gewordene Sortierung der gemischten Kunststoff-Hohlkörperfraktion aussortiert und so wieder für das stoffliche Recycling zurück gewonnen werden (Zuzählung zur Quote).

## 6.5 Fazit Vereinfachung Sammlung

Aufgrund der Ausschlusskriterien für Fraktionen und der Nutzwertanalyse für Vereinfachungen werden für den Sammelort Detailhandel die folgenden Zusammensetzungen für gemischte Fraktionen empfohlen:

Mögliche Fraktion Szenario A:	PE-Milchflaschen Kunststoff-Hohlkörper
Mögliche Fraktion Szenario B:	PE-Milchflaschen Kunststoff-Hohlkörper Getränkekartons
Weiterhin separat zu sammeln:	PET-Getränkeflaschen

In Bezug auf die Ausführungen in Kapitel 10 (Die Situation der PET-Getränkeflaschen) wird zum jetzigen Zeitpunkt auf ein Mitsammeln von PET-Getränkeflaschen verzichtet werden.

Folien sauber (inkl. Tragtaschen) stellen eine mögliche gemischte Fraktion dar. Der Gesamtnutzen einer solchen Fraktion soll zusätzlich mittels der Fuzzy-Set-Theorie abgeklärt werden.

Eine Überprüfung dieser Erkenntnisse soll mittels der Fuzzy-Set-Theorie durchgeführt werden (siehe Kapitel 7).

## 6.6 Ergänzung – Weitere Aspekte der Vereinfachung

Weitere Vereinfachungen können unabhängig von den Empfehlungen zu den Szenarien umgesetzt werden.

### Finanzierungsmodelle

- Prüfen, ob ein gesamtheitlicher Rahmen mit mehr Verbindlichkeit für alle Separatsammlungen die Trittbrettfahrersituation entschärfen kann und Marktverzehrungen verhindert.
- Prüfen, ob ein gesamtheitlicher Rahmen Basis für die Finanzierung neuer Separatsammlungen dienen kann.
- Prüfen, ob eine Clearing-Stelle für alle Separatsammlungen die Deklaration und somit den Aufwand und die Kosten reduziert.

### **Sammeltage mit Gemeinde / Entsorger (Bring- / Holtag)**

- Fraktionen mit tiefer Frequenz (oder saisonaler Anfall) können an einzelnen Aktionstagen gesammelt werden. Dies reduziert den Aufwand für die Sammlung und entspricht trotzdem den Bedürfnissen nach Rückgabe.
- Sperrige, grosse Fraktionen wie Kunststoff-Boxen, Gartenmöbel oder auch Fahrräder etc.
- Die Aktion soll mit Partnern durchgeführt werden, z.B. Gemeinden und / oder Entsorger in der Region, z.B. als Ergänzung oder im Rahmen eines Bring- und Holtages.

### **Vermarktungsagentur inkl. Einsatz Rezyklat**

- Die einzelnen Mengenströme sind heute nicht immer transparent und dokumentiert (Verwertung wo, Bedingungen, Sekundärmarkt etc.).
- Durch das Pooling des Know-hows wird nicht nur der Materialerlös (z.B. Skalenerträge) optimiert. Gleichzeitig können die Kriterien der Verwertung besser eingehalten werden.
- Weiter sind durch das entstehende Know-how Projekte im Sinne des Rezyklateinsatzes in ähnlichen oder gleichen Märkten möglich.

### **Synergien im Rahmen Swiss Recycling**

- Obige Vereinfachungen wären z.B. im Rahmen der Dachorganisation Swiss Recycling umsetzbar.
- Es könnten auf verschiedenen Prozess-Stufen Synergien durch vertiefte Kooperationen erreicht werden (z.B. in der Logistik, in der Kommunikation, Betreuung Sammelstellen, Abwicklung Administration).
- Wie weit eine vertiefte Kooperation innerhalb Swiss Recycling überhaupt möglich ist, sollte auch im Rahmen des Wettbewerbsrechts geklärt werden.

# 7 Gesamtnutzen mittels Fuzzy-Set-Theorie

## 7.1 Einführung / Vorgehen Fuzzy-Set<sup>1</sup>

Alltägliche Systeme sind oft so komplex, dass sie nur in den seltensten Fällen mathematisch exakt beschrieben werden können. Viele Kriterien und Einflussfaktoren von Systemen können quantitativ angegeben und somit mit klassischen Verfahren, wie z.B. einer Öko-Effizienz-Analyse, bewertet werden. Es gibt jedoch auch Einflussgrößen, die nicht oder nur schwer quantifizierbar sind, wie z.B. die Akzeptanz eines Systems in der Bevölkerung oder der Einfluss der Sammelstelle (Point of Return) auf die Konsumentenzufriedenheit. Für diese „weichen Faktoren“ müssen andere Methoden zur Anwendung kommen, die auch unscharfe Aussagen wie „gut“, „hoch“ oder „schlecht“ in die Bewertung mit einbeziehen können. Die hier zusätzlich angewendete Fuzzy-Set-Theorie erlaubt es, solche weichen Faktoren in die Gesamtbewertung aufzunehmen und auch gewisse Unsicherheiten und Unschärfen zuzulassen, nach dem Motto

„Verzicht auf Genauigkeit zu Gunsten der Relevanz“.

Eine Eigenschaft oder ein Einflussfaktor kann z.B. nicht mit einer exakten Zahl, jedoch mit der Bezeichnung „gut“ bewertet werden. Diese sprachliche (linguistische) Beschreibung ist wohl unscharf, sie zeigt jedoch eine reale Aussagekraft und ist somit auch relevant. Je komplexer ein System ist, wie zum Beispiel die Umwelt oder die Gesellschaft, umso wichtiger wird die Relevanz. Denn nur die Beschränkung auf die Relevanz erlaubt es, die notwendige Effizienz zu erzielen, die Voraussetzung dafür ist, die wesentlichen kausalen Zusammenhänge zu erkennen. Um diese Stärke der Sprache, Relevantes auszudrücken, auch wenn es nicht exakt definiert ist, auszunutzen, wurde vor rund 50 Jahren die Fuzzy-Set-Theorie (FST) entwickelt. Die Fuzzy-Set-Theorie ist eine Disziplin, welche sprachliche Aussagen mathematisch beschreiben kann.

Auch Fragestellungen der Ökologie zeichnen sich vielfach dadurch aus, dass sie komplexe Systeme betreffen, in denen viele Einflussgrößen miteinander vernetzt sind und aufeinander wirken. Das Wissen zu diesen Wirkungen liegt im Allgemeinen nur zu einem kleinen Teil in mathematisch exakt formulierbaren Zusammenhängen vor. Trotz dieser Schwierigkeiten sind Experten aufgrund ihrer Erfahrungen oft in der Lage, qualitative Einschätzungen und kausale Zusammenhänge anzugeben, sie auf einen konkreten Fall zu adaptieren und daraus korrekte Schlussfolgerungen zu ziehen. Dieses Expertenwissen liegt in den meisten Fällen in sprachlichen (linguistischen) Aussagen vor und nicht in mathematischen Modellen.

Zusammenfassend kann folgendes fest gehalten werden:

- Die Fuzzy-Set-Theorie kann Expertenwissen und damit Zusammenhänge und Qualitäten auch dann einbeziehen, wenn diese nur qualitativ, z.B. als sprachliche Aussage, vorliegen.

---

<sup>1</sup> Erarbeitung des Fuzzy-Set-Modells mit fachkundiger Unterstützung durch Dr. F. Dinkel, Carbotech AG Basel

- Die Fuzzy-Set-Theorie gestattet es, qualitative Daten und Zusammenhänge gemeinsam mit exakten Daten und Zusammenhängen zu verarbeiten.
- Die Fuzzy-Set-Theorie fokussiert auf unscharfe, aber relevante Zusammenhänge und ist daher robust gegenüber Störungen bei den Daten und Zusammenhängen.
- Die Modellierung nach der Fuzzy-Set-Theorie basiert auf Expertenwissen und deckt damit „Unwissen“ auf. In diesem Sinne ist sie eine Methode, welche hilft, die Zusammenhänge eines Systems besser zu verstehen (Wissensgewinn).
- Mit der Fuzzy-Set-Theorie können sehr effiziente Modelle mit einer hohen Prognoseleistung erzeugt werden.

In einem Fuzzy-Set-Modell werden systemspezifische Eingangs-/Ausgangs-Variablen, Zwischenergebnisse und so genannte Regelblöcke definiert und miteinander in kausale Zusammenhänge gebracht.

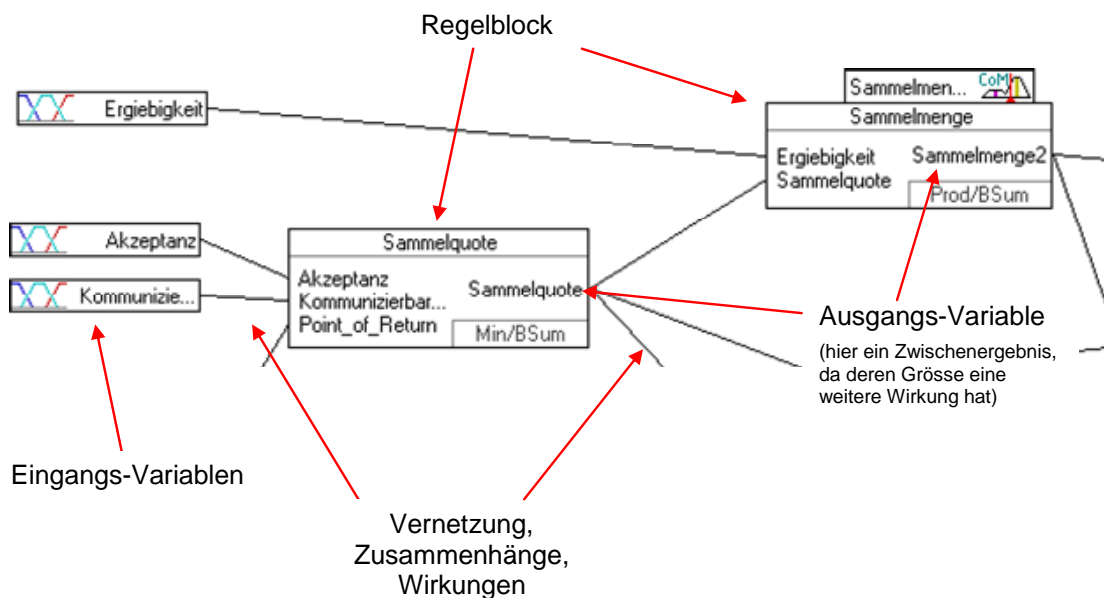


Abbildung 29 Modellbausteine, Ausschnitt aus Fuzzy-Set-Modell, REDILO und Carbotech

Für die vorliegende Studie wurde ein spezifisches Fuzzy-Set-Modell entwickelt und damit ausgewählte Szenarien bewertet. Die erhaltenen Resultate dienen uns als zusätzliches Kriterium zur Bestätigung der Erkenntnisse aus der Nutzwertanalyse und der Öko-Effizienz-Analyse.

## 7.2 Eingangs-Variablen (Input)

Für das Fuzzy-Set-Modell der vorliegenden Studie wurden die folgenden 14 Eingangs-Variablen definiert und verwendet:

- Ergiebigkeit (verfügbare Marktmenge zur Verwertung)
- Akzeptanz
- Kommunizierbarkeit
- Point of Return (Sammelort)
- Verschmutzungsgefahr
- Verträglichkeit der Wertstoffe
- Sortieraufwand notwendig
- Sortieraufwand realisiert
- Aufwand Recycling (ökologisch)
- Vereinzelbarkeit
- Recycling-Material, ökol. Potential
- Synergien (mit bestehenden Systemen und Infrastruktur)
- Preis der Sammelware (nutzbarer Anteil der Verpackung)
- Vorhandener Markt für das Recyclingprodukt

Diese Eingangs-Variablen werden als linguistische Grössen dargestellt, wie dies die folgende Abbildung am Beispiel der Variable „Vereinzelbarkeit“ zeigt (Units: Vereinzelbarkeit in %, 1 = 100%):

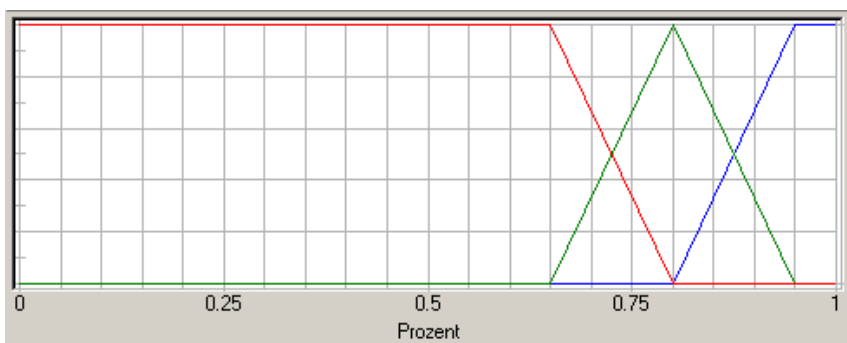


Abbildung 30 Zugehörigkeitsfunktion der Variable „Vereinzelbarkeit“, REDILO und Carbotech

Rote Linie: Vereinzelbarkeit „schlecht“, schlecht bis 80%, sicher schlecht bis 65%  
(Unschärfe zwischen 65-80%)

Grüne Linie: Vereinzelbarkeit „mittel“, mittel zwischen 65% und 95%, sicher mittel bei 80%  
(Unschärfe zwischen 65-95%, ausser bei 80%)

Blaue Linie: Vereinzelbarkeit „hoch“, hoch ab 80%, sicher hoch ab 95%  
(Unschärfe zwischen 80-95%)

Ein weiteres Beispiel:

Bei der Variablen „Verschmutzungsgefahr“ handelt es sich um eine Grösse, die, anders als bei der Vereinzelbarkeit, nicht quantifizierbar ist. Hier werden den sprachlichen Termen „niedrig“, „mittel“ und „hoch“ einfach Werte zwischen 0 und 1 zugeordnet, damit das Fuzzy-Modell überhaupt rechnen kann.

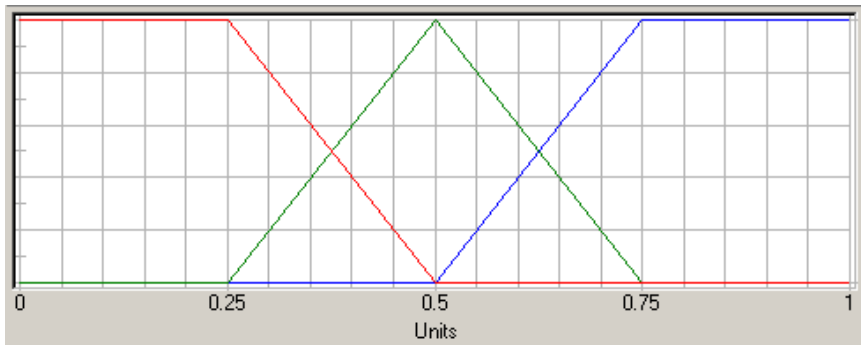


Abbildung 31 Zugehörigkeitsfunktion der Variable „Verschmutzungsgefahr“, REDILO und Carbotech

Rote Linie: Verschmutzungsgefahr „niedrig“, niedrig bis 0.5, sicher niedrig bis 0.25  
(Unschärfe zwischen 0.25-0.5)

Grüne Linie: Verschmutzungsgefahr „mittel“, mittel zwischen 0.25-0.75, sicher mittel bei 0.5  
(Unschärfe zwischen 0.25-0.75, ausser bei 0.5)

Blaue Linie: Verschmutzungsgefahr „hoch“, hoch ab 0.5, sicher hoch ab 0.75  
(Unschärfe zwischen 0.5-0.75)

### 7.3 Ausgangs-Variablen (Output) und Regelblöcke

Ausgangs-Variablen, die auf weitere Variablen eine Wirkung haben, werden als Zwischenergebnisse bezeichnet. Solche, die keine weiteren Wirkungen erzielen, als Resultat. Im hier entwickelten Modell wurden die folgenden 16 Ausgangs-Variablen verwendet:

#### Zwischenergebnisse (15):

- Sammelquote
- Sammelmenge
- Konsumentenzufriedenheit
- Handling (Aufwand)
- Sortierqualität

- Qualität des Recyclingproduktes
- Logistikkosten
- Umweltnutzen
- Ökologie
- Ökonomischer Aufwand
- Erlös
- Ökonomie (als Wirkung aus ökon. Aufwand und Erlös)
- Risiko eines staatlichen Eingriffs
- Machbarkeit
- Öko-Effizienz

### Resultat (1):

- Gesamtnutzen (volkswirtschaftlich)

## Modellbildung mittels Regelblöcken

Die Modellbildung geschieht nun so, dass in einem sogenannten Regelblock die Eingangs-Variablen mit der Ausgangs-Variablen verknüpft werden. Aufgrund von Expertenmeinungen werden die entsprechend möglichen „wenn-dann-Regeln“ formuliert. Dies soll am folgenden Beispiel erklärt werden:

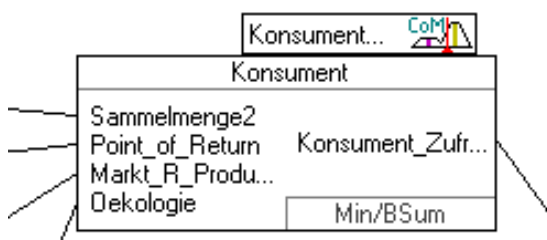


Abbildung 32 Beispiel Regelblock der Ausgangs-Variablen „Konsumenten-Zufriedenheit“, REDILO und Carbotech

Zur Abbildung oben: Links im Block stehen die vier Eingangs-Variablen, die einen Einfluss auf die Ausgangs-Variable „Konsumenten-Zufriedenheit“ haben. Aufgrund von Expertenwissen werden nun den Eingangs-Variablen linguistische Grössen zugeordnet.

Die linguistischen Grössen aller Eingangs-Variablen können in allen denkbaren Kombinationen mit einander verknüpft werden und so eine entsprechende Wirkung auf die Ausgangs-Variable haben. Diese Verknüpfungen und entsprechenden Wirkungen werden in sogenannten „wenn-dann-Regeln“ definiert und in das Modell integriert.

	Eingangs-Variablen oder Zwischengrößen				Ausgangs-Variablen
Variablen	Sammelmenge	Point of Return	Markt R-Produkt	Oekologie	Konsumenten-Zufriedenheit
linguistische Grössen	sehr niedrig	Gemeinde	niedrig	sehr negativ	stark vermindert
	niedrig	Detailhandel	mittel	negativ	vermindert
	mittel	Haushaltnah	hoch	gleichbleibend	gleichbleibend
	hoch			positiv	erhöht
				sehr positiv	stark erhöht
<b>wenn-dann-Regel</b>	<b>wenn...</b>				<b>dann...</b>
Bsp. Regel 1	hoch	Detailhandel	mittel	sehr positiv	erhöht
Bsp. Regel 2	niedrig	Detailhandel	mittel	positiv	gleichbleibend

Abbildung 33 Definition des Regelblocks „Konsumenten-Zufriedenheit“ und wenn-dann-Regeln, REDILO und Carbotech

Sämtliche möglichen Zusammenhänge zwischen Eingangs- und Ausgangs-Variablen sind in solchen Regelblöcken definiert. Regelblöcke selbst können auch wieder untereinander verknüpft sein. All diese vernetzten Zusammenhänge werden im Hintergrund des entwickelten Fuzzy-Set-Modells miteinander verrechnet und in einem Resultat, dem Gesamtnutzen, zusammengefasst.

## 7.4 Das entwickelte Fuzzy-Set-Modell

Nebenstehend sehen Sie das Gesamt-Modell im Überblick, mit allen Eingangs- und Ausgangs-Variablen sowie Zwischengrößen und dem Gesamtnutzen als Resultat (ganz rechts).

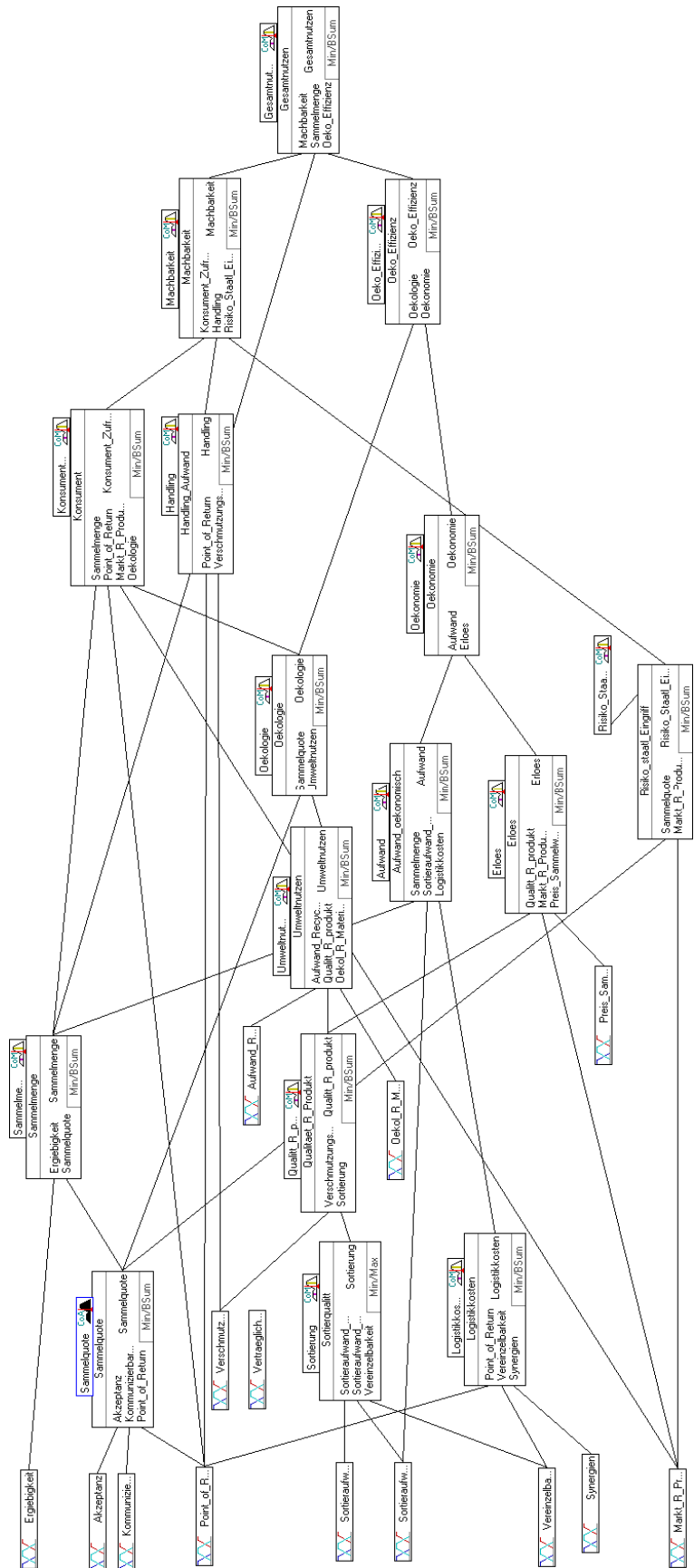


Abbildung 34 Netzstruktur des entwickelten Fuzzy-Set-Modells, REDILO und Carbotech

## 7.5 Hauptindikatoren – Einflussgrössen und Wirkungen

In der folgenden Tabelle sind die im Fuzzy-Modell abgebildeten Hauptindikatoren aufgelistet mit den entsprechenden Einflussgrössen („wird beeinflusst durch..“) und deren Wirkungen („hat eine direkte Auswirkung auf...“). Ein zusätzlicher Kommentar gibt gewisse Hintergrundinformationen und Gedanken, die im Rahmen der Gesamtbewertung mittels Fuzzy-Set-Theorie angestellt wurden.

	Wird beeinflusst durch...	Hat eine direkte Auswirkung auf...
<b>Gesamtnutzen</b>	Machbarkeit Öko-Effizienz Sammelmenge	(ist das Resultat)

- Je grösser die Machbarkeit, je besser die Öko-Effizienz und je grösser die Sammelmenge, desto grösser wird auch der Gesamtnutzen des Systems.
- Die Öko-Effizienz erhält gegenüber der Machbarkeit eine etwas höhere Gewichtung.
- Die Sammelmenge, und dadurch indirekt die Ergiebigkeit, fliesst als direkte Einflussgrösse in den Gesamtnutzen ein und erhält dadurch eine bedeutende Gewichtung. Grund: Haben zwei Sammelfraktionen eine vergleichbare Machbarkeit und Öko-Effizienz, dann erhöht sich der Gesamtnutzen des Systems, wenn mit der einen Fraktion eine viel grössere Menge gesammelt werden kann (der relative Nutzen pro kg ist in etwa gleich, der absolute Nutzen, bezogen auf die grössere mögliche Sammelmenge, wird nun aber auch grösser).

	Wird beeinflusst durch...	Hat eine direkte Auswirkung auf...
<b>Machbarkeit</b>	Konsumenten-Zufriedenheit Aufwand Handling Risiko eines staatl. Eingriffs	Gesamtnutzen

- Je grösser die Konsumenten-Zufriedenheit, je geringer der Handling-Aufwand für die Beteiligten (Personal in Filialen, Verteil- und Betriebszentralen, Werk- und Ökihöfen etc.) und je kleiner das Risiko eines stattlichen Eingriffs sind, desto grösser wird die Machbarkeit.
- Sowohl die Konsumenten-Zufriedenheit als auch der Handling-Aufwand sind zudem beeinflusst durch den Point of Return, d.h. den Sammelort (nur Detailhandel, nur Gemeinde, Detailhandel unterstützt durch Gemeinde). Vorhandene Umfragen, die im Rahmen anderer Projekte durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass eine Rückgabemöglichkeit im Detailhandel bei der Bevölkerung die bevorzugte Variante darstellt.
- Je grösser die Sammelmenge ist, d.h. auch je mehr der einzelne Haushalt sammeln kann, desto grösser wirkt sich die Sammlung auf den einzelnen Konsumenten aus („es macht Sinn...“) und desto grösser wird dementsprechend auch die Akzeptanz und Zufriedenheit.

- Das Risiko eines staatlichen Eingriffs (staatliche Regelung, Verordnung, Pfand) ist sicher stark vermindert, wenn sowohl eine gute Sammelquote erreicht werden kann als auch ein Sekundärmarkt für das entsprechende Recycling-Produkt vorhanden ist.

	<b>Wird beeinflusst durch...</b>	<b>Hat eine direkte Auswirkung auf...</b>
<b>Sammelmenge</b>	Ergiebigkeit Sammelquote	Gesamtnutzen Konsumenten-Zufriedenheit Aufwand (ökonomisch)

- Die Sammelmenge ist direkt abhängig von der Ergiebigkeit (Marktmenge). Je grösser die vorhandene Verpackungsmenge im Markt ist, desto grösser kann auch die Sammelmenge werden.
- Die Sammelmenge wird auch durch die Sammelquote beeinflusst (je höher die Quote, desto höher die Sammelmenge). Diese Quote wird zunehmen, je höher die grundsätzliche Akzeptanz (und somit auch die Akzeptanz des Sammelortes) in der Bevölkerung ist.
- Die Erfahrungen bestehender Sammelsysteme zeigen, dass die Sammelquote und dadurch die Sammelmenge erhöht werden können, wenn die Sammlung der neuen Fraktion auch eine gute und einfache Kommunikation ermöglicht. Das zu Kommunizierende muss in der Bevölkerung auch verstanden werden können.

	<b>Wird beeinflusst durch...</b>	<b>Hat eine direkte Auswirkung auf...</b>
<b>Öko-Effizienz</b>	Ökologie Ökonomie	Gesamtnutzen

- Die Öko-Effizienz wird von den beiden Faktoren Ökologie und Ökonomie beeinflusst. Dies ist so bereits im methodischen Grundsatz einer Öko-Effizienzanalyse gegeben.
- Ökologie und Ökonomie werden in diesem Model etwas gleich stark gewichtet.
- Je besser die Ökologie (d.h. je höher das ökologische Verbesserungspotenzial) und je günstiger die Ökonomie (d.h. je tiefer die Gesamtkosten), desto höher die Öko-Effizienz.

	<b>Wird beeinflusst durch...</b>	<b>Hat eine direkte Auswirkung auf...</b>
<b>Ökologie</b>	Umweltnutzen Sammelquote	Konsumenten-Zufriedenheit Öko-Effizienz

- Die Ökologie wirkt sich auch auf die Konsumenten-Zufriedenheit aus. Je ökologischer eine Sammlung ist (Kommunikation!), desto sinnvoller wird sie für die Bevölkerung und desto grösser wird somit auch die Zufriedenheit sein.

- Auch hier hat wieder die Sammelquote einen direkten Einfluss. Je höher die Sammelquote, desto besser die Ökologie.
- Je besser der Umweltnutzen, desto besser die Ökologie und desto auch besser die Öko-Effizienz.
- In diesem entwickelten Fuzzy-Set-Modell wurde der Indikator „Ökologie“ etwas höher gewichtet als der Indikator „Ökonomie“ (analog den Kriterien der Nutzwertanalyse).

	<b>Wird beeinflusst durch...</b>	<b>Hat eine direkte Auswirkung auf...</b>
<b>Ökonomie</b>	Aufwand Erlös	Öko-Effizienz

- Die Bewertung der Ökonomie ergibt sich aus dem Aufwand und dem Erlös.
  - o Aufwand: beeinflusst durch
    - Sammelmenge / Sammelquote
    - Sortieraufwand
    - Logistikkosten
  - o Erlös: beeinflusst durch
    - Qualität des Recycling-Produkts
    - Markt für das Recycling-Produkt
    - Preis für die Sammelware
- Der gesamte Aufwand reduziert sich, wenn der Sortieraufwand und die Logistikkosten klein gehalten werden können. Der Sortieraufwand einerseits reduziert sich, je verträglicher die gesammelten Materialien untereinander sind und je besser sie sich auch wieder vereinzeln lassen (siehe Kapitel 6.2). Die Logistikkosten andererseits sind abhängig vom Sammelort (Detailhandel günstiger als Gemeinde, siehe Kapitel 13) und auch den möglichen Synergien mit der Logistik gestehender Systeme (inkl. Infrastruktur).
- Mit einer grösseren Sammelmenge wird der entsprechende Aufwand grösser, doch kann/wird sich auch der Erlös erhöhen. Deshalb ist es wichtig, nebst diesen einzelnen Indikatoren vor allem die Gesamtökonomie zu betrachten.

## 7.6 Ergebnisse der Bewertung mittels Fuzzy-Set

Die in diesem Kapitel dargestellten Resultate, welche wir mit dem eigens erarbeiteten Fuzzy-Set-Modell erhalten haben, dienen uns als **zusätzliches Werkzeug** zur Bestätigung der Erkenntnisse aus der Nutzwert- und der Öko-Effizienz-Analyse. Nur eine kombinierte Auswertung der verschiedenen Bewertungsmethoden erlaubt eine ganzheitliche Beurteilung.

Es wird nur der pro Szenario resultierende Gesamtnutzen dargestellt. Eine Diskussion der zahlreichen Zwischenresultate sämtlicher Szenarien wäre zu unübersichtlich und würde auch den Rahmen dieses Berichtes sprengen.

### Legende:

Für die Legenden der Grafiken in den folgenden Kapiteln wurden diese Abkürzungen verwendet:

- PE Polyethylen
- KS Kunststoff
- GK Getränkekarton
- DH Detailhandel
- G Gemeinde
- HH Haushaltnah

### Inhalt der nächsten Unterkapitel:

In den nächsten Kapiteln werden die folgenden Bewertungen grafisch dargestellt und kommentiert:

- Darstellung des Gesamtnutzens aller bewerteter Szenarien (nur als Übersicht gedacht)
- Gesamtnutzen möglicher neuer Fraktionen
- Gesamtnutzen einer getrennten oder gemischten Sammlung verschiedener Fraktionen
- Gesamtnutzen von gemischten Sammlungen im Detailhandel
- Qualitative und/oder quantitative Trends einer Verpackung

In allen Grafiken wird der Gesamtnutzen als dimensionslose Zahl dargestellt. Die Skala bezieht sich immer auf den höchsten Gesamtnutzen-Wert der entsprechenden Reihe (x-Achse). Unter Berücksichtigung der methodischen Unsicherheiten ergibt sich ein interessanter Gesamtnutzen bereits ab dem Wert 4 bis 6 (grün schraffiert).

## 7.6.1 Potentiale – neue Fraktionen

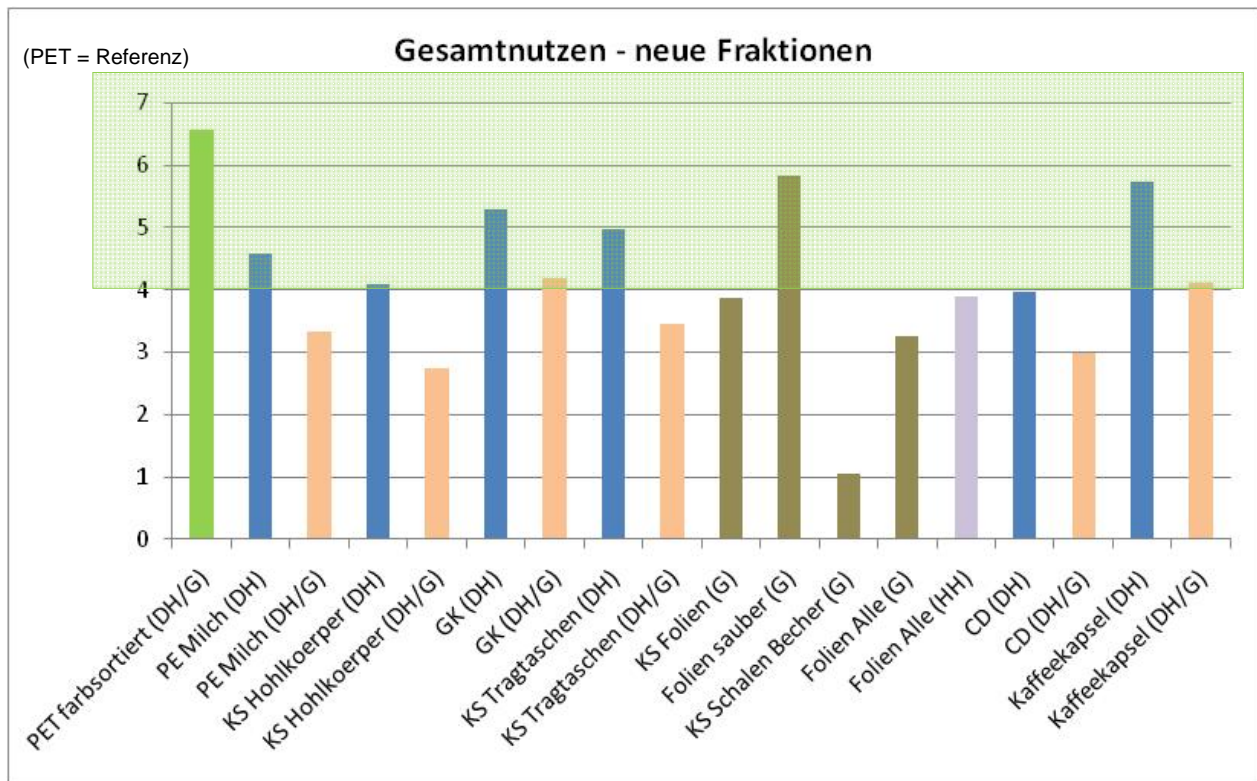


Abbildung 35 Gesamtnutzen Potentiale neue Fraktionen, Fuzzy-Set-Modell, REDILO und Carbotech

- Die folgenden neuen Fraktionen zeigen einen interessanten Gesamtnutzen und haben somit Potential für eine separate Sammlung (getrennt oder gemischt) – nebst den bestehenden Sammlungen von PE-Milchflaschen und PET-Getränkeflaschen:
  - o Kunststoff-Hohlkörper
  - o Getränkekartons
  - o Kunststoff-Tragtaschen
  - o Folien sauber
  - o CD / DVD
  - o Kaffeekapseln
  
- **CD / DVD:** Wegen der geringen Ergiebigkeit (Marktmenge ca. 3'000 t) und der daraus resultierenden geringen Sammelmenge zeigen CD / DVD einen eher tiefen Gesamtnutzen. Auch bestehen keine Synergien zu bereits bestehenden Sammlungen. Das Trägermaterial ist jedoch ökologisch als auch ökonomisch wertvoll, weshalb eine gute Öko-Effizienz resultiert. Aufgrund der Kriterien im Kapitel 14 bezüglich getrennt vs. gemischt sammeln sollen CD/DVD weiterhin separat, aber getrennt von anderen Fraktionen gesammelt werden. Die kleine Sammelmenge erlaubt eine Sammlung im Detailhandel.
  - ➔ **Keine weitere Berücksichtigung für gemischte Sammlungen.**

- **Kaffeekapseln** (Alu, Kunststoff, Bio-Plastics etc.) sind relativ hoch bewertet, weil für die Ergiebigkeit die gesamte Sammelmenge, d.h. inkl. Kaffeesatz, berücksichtigt wurde. Würde jedoch nur der Verpackungsanteil bewertet (Alu, Kunststoff), wäre der Gesamtnutzen um einiges tiefer (hier nicht dargestellt, Schätzung Gesamtnutzen etwa analog CD/DVD). Die ökologische Datenlage ist zudem unsicher. Auch spielt der gesamthaft tiefe Materialerlös eine Rolle (Anteil Alu ist klein, Erlös für Kaffeesatz?). Aufgrund der Kriterien im Kapitel 13 bezüglich Detailhandel vs. Gemeinde sollen Kaffeekapseln weiterhin separat, aber getrennt von anderen Fraktionen in der Gemeinde gesammelt werden.  
**➔ Keine weitere Berücksichtigung für gemischte Sammlungen.**
  
- **Kunststoff-Tragtaschen und Folien sauber (Kunststoff-Folien inkl. Tragtaschen)** haben einen hohen Gesamtnutzen, da im Modell davon ausgegangen wird, dass sie relativ sortenrein gesammelt werden könnten (geringer Sortieraufwand) und dadurch einen hohen Erlös erzielen. Zudem ist die potentielle Sammelmenge relativ gross (Tragtaschen ca. 15'000 t, Kunststoff-Folien ca. 65'000 t). So resultiert auch eine gute Öko-Effizienz. Ist diese Fraktion jedoch mit Fehlwürfen und/oder Fremdmaterialien verschmutzt, dann reduziert sich der Gesamtnutzen erheblich. Die leichte und voluminöse Fraktion erschwert das Handling an der Sammelstelle, was vor allem in den Filialen des Detailhandels eher negative Auswirkungen hätte. Werden Tragtaschen oder saubere Folien mit anderen Fraktionen gemischt gesammelt, wäre auch ein hoher technischer und teurer Sortieraufwand notwendig (siehe Kapitel 3.3, Möglichkeiten und Grenzen der Sortiertechnologie).  
**➔ Keine weitere Berücksichtigung für gemischte Sammlungen.**
  
- **Kunststoff-Folien (alle) sowie Schalen, Becher und Dosen** schneiden am schlechtesten ab. Gründe: hoher Verschmutzungsgrad, geringe Erlöse, hoher Sortieraufwand aufgrund der Heterogenität, geringe Konsumenten-Zufriedenheit als Annahme. Bei „Folien alle“ wurde, neben einer Sammlung in der Gemeinde, eine haushaltnahe Sammlung berücksichtigt, da diese Fraktion schon aus Hygiene- und Platzgründen für eine Sammlung im Detailhandel ausgeschlossen wurde.  
**➔ Keine weitere Berücksichtigung für gemischte Sammlungen.**
  
- **Kunststoff-Hohlkörper und Getränkekartons** zeigen beide einen interessanten Gesamtnutzen. Die grössere Ergiebigkeit der Getränkekartons verbessert deren Gesamtnutzen gegenüber Kunststoff-Hohlkörpern. Beide Fraktionen lassen sich nach einer gemischten Sammlung und Verdichtung (Presse) wieder gut vereinzeln und können technisch gut sortiert werden.  
**➔ Für gemischte Sammlungen berücksichtigen.**

## 7.6.2 Neue Fraktionen: Getrennt oder gemischt sammeln?

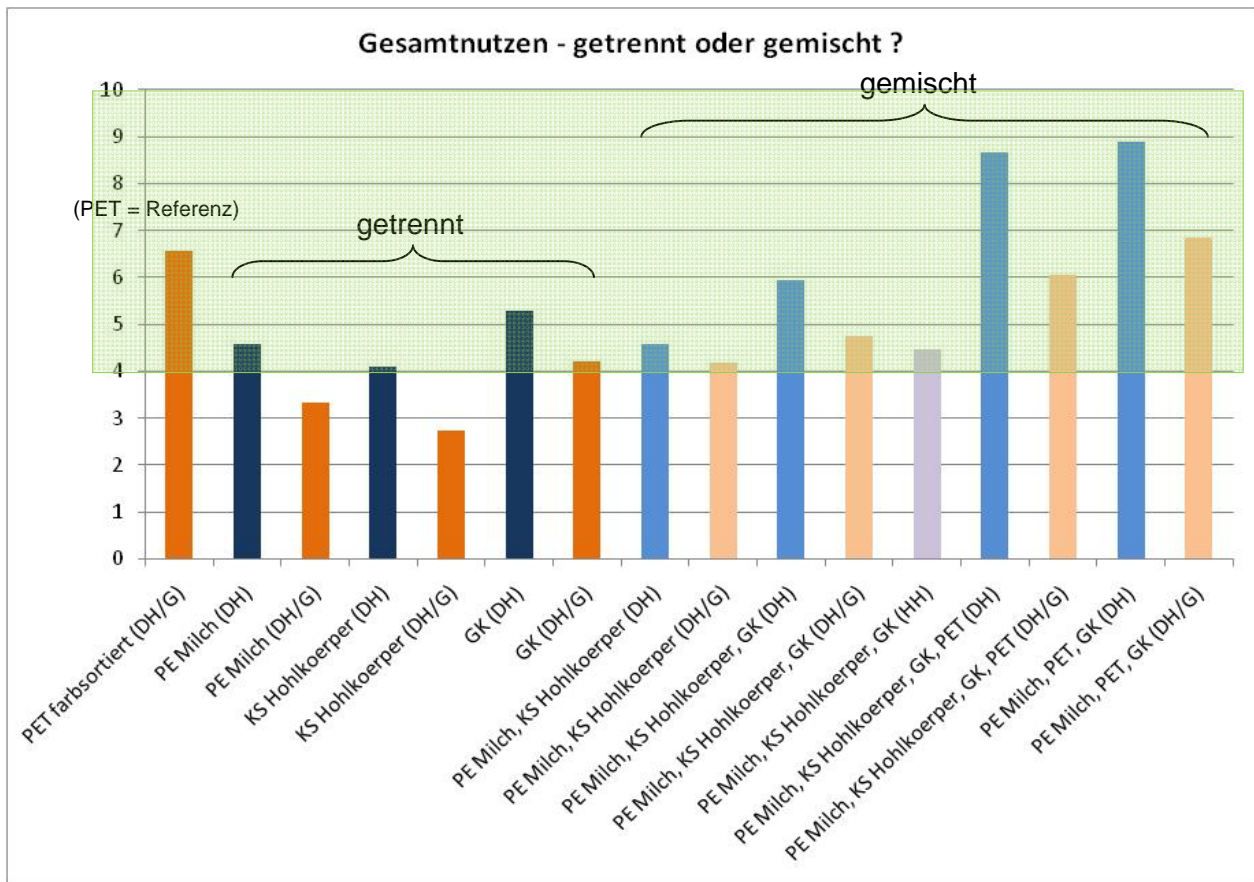


Abbildung 36 Gesamtnutzen neue Fraktionen getrennt oder gemischt sammeln, Fuzzy-Set-Modell, REDILO und Carbotech

- Die Sammlungen im Detailhandel sind auch bei gemischten Sammlungen günstiger als in Gemeinden, dies hauptsächlich aufgrund der geringeren Logistikkosten im Detailhandel (siehe dazu Restriktionen im Kapitel 5.6).
- Eine haushaltnahe Sammlung (hier nur beispielhaft an einer gemischten Sammlung dargestellt), zeigt im Vergleich zur Sammlung im Detailhandel und in der Gemeinde einen noch geringeren Gesamtnutzen (höhere Logistikkosten, grösserer Aufwand beim Handling).
- Grundsätzlich zeigen die Sammlungen gemischter Fraktionen einen im Durchschnitt höheren Gesamtnutzen als die getrennte Sammlung der einzelnen Fraktionen (dunkel- und hellblaue Balken für Sammlungen im Detailhandel). Dies ist auf den positiven Einfluss der Ergiebigkeit zurückzuführen (durch das Zusammenlegen von Fraktionen erhöht sich die gesamte potentielle Sammelmenge), welche im Fuzzy-Set-Modell auch direkt auf den Gesamtnutzen einwirkt.
- Kunststoff-Hohlkörper getrennt oder gemischt mit PE-Milchflaschen haben etwa den gleichen Gesamtnutzen. Da bereits die KST-Hohlkörper als Einzelfraktion sortiert werden müssen – was die heutige Zusammensetzung zeigt – spielt es keine Rolle, ob noch eine Material-ähnliche Fraktion hinzu kommt.

- Der gegenüber Kunststoff-Hohlkörpern leicht höhere Nutzen der PE-Milchflaschen ist nur dann gerechtfertigt, wenn diese Fraktion nicht sortiert werden muss und somit auch ein besserer Erlös im Sekundärmarkt erzielt werden kann. Mit zunehmenden Fehlwürfen anderer Kunststoff-Flaschen (z.B. auch PET-Nicht-Getränkeflaschen) muss diese Fraktion ebenfalls sortiert werden, was den Gesamtnutzen reduzieren wird.
- Sowohl die getrennte Sammlung von Getränkekartons als auch die gemischte Sammlung zusammen mit PE-Milchflaschen und Kunststoff-Hohlkörpern zeigen einen guten bis hohen Gesamtnutzen. Werden Getränkekartons zusammen mit einer bestehenden Kunststoff-Hohlkörper-Fraktion (inkl. PE-Milchflaschen) gesammelt, erhöht sich der Gesamtnutzen aufgrund der grösseren Sammelmenge.
- Sämtliche Fraktionen, ob getrennt oder gemischt, haben eine Öko-Effizienz in etwa der gleichen Grössenordnung (nur geringe, keine signifikanten Unterschiede). Bei der Ökonomie steht einem grösseren Aufwand auch ein höherer Erlös entgegen, weshalb sich hier keine nennenswerten Differenzen ergeben. Ausnahme: Werden PET-Getränkeflaschen mit gesammelt, steigt der Gesamtnutzen stärker an aufgrund der besseren Erlössituation für PET. Auch die Machbarkeit wird bei allen Fraktionen ähnlich bewertet (bei den getrennt gesammelten Fraktionen leicht höher). Aus diesen Gründen erhält die Sammelmenge eine entscheidende Wirkung auf den Gesamtnutzen. Je mehr Fraktionen zusammen gelegt und gemischt gesammelt werden, desto grösser wird somit die potentielle Sammelmenge und der Gesamtnutzen steigt.

## Möglichkeiten gemischter Sammlungen im Detailhandel

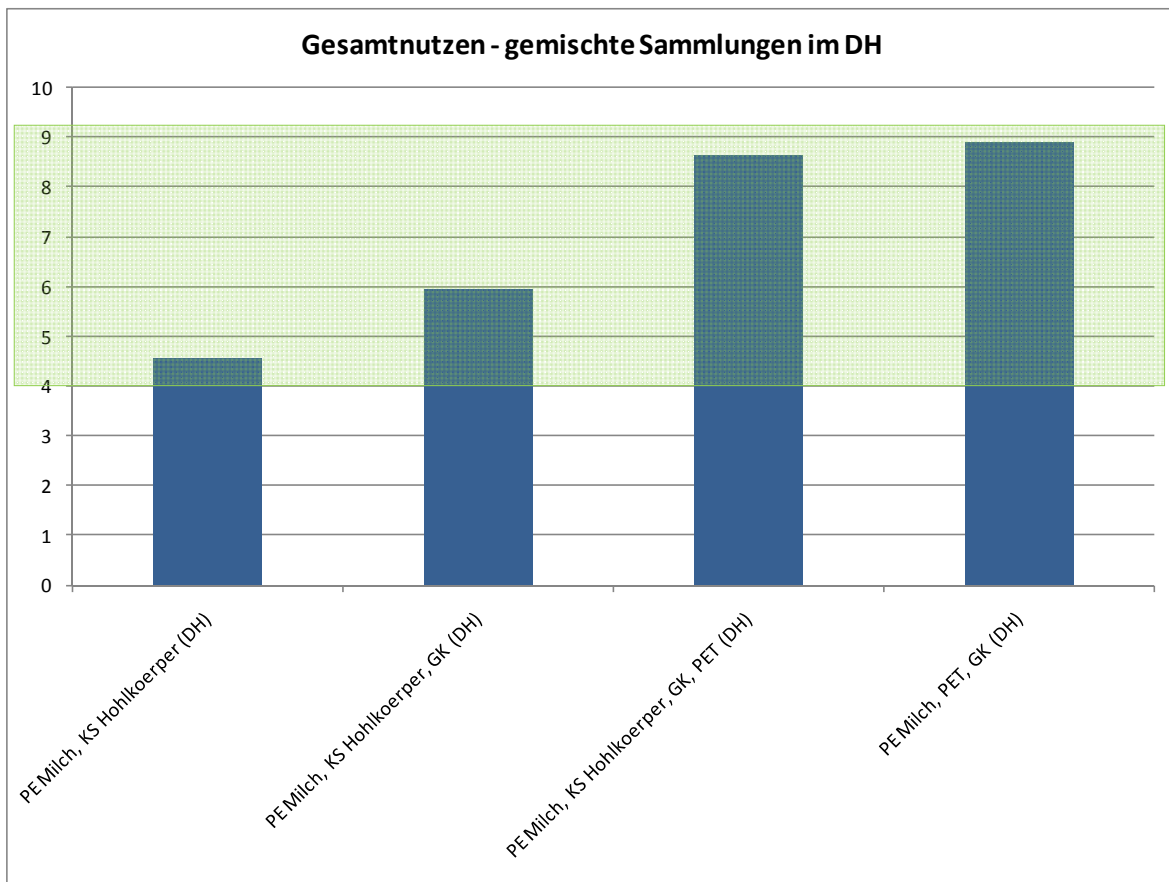


Abbildung 37 Gesamtnutzen gemischte Sammlung Detailhandel, Fuzzy-Set-Modell, REDILO und Carbotech

- In Bezug auf die Ausführungen in Kapitel 10 (Die Situation der PET-Getränkeflaschen) wird zum jetzigen Zeitpunkt auf ein Mitsammeln von PET-Getränkeflaschen verzichtet.
- Die weiteren Varianten für gemischte Sammlungen (mit den Fraktionen PE-Milchflaschen, Kunststoff-Hohlkörper und Getränkekartons) erreichen einen, unter Annahme einer Sammlung im Detailhandel, guten volkswirtschaftlichen Gesamtnutzen und sollen für weitere Überlegungen im Rahmen dieser Studie berücksichtigt werden (Kosten, Machbarkeit, Pilotversuch).

## 7.7 Zusammenfassende Fakten der Fuzzy-Set-Bewertung

- Die Bewertung mittels der Fuzzy-Set-Theorie bestätigt im Grundsatz die Ergebnisse der anderen Werkzeuge wie Nutzwertanalyse und Öko-Effizienz-Analyse.
- Grundsätzlich schneiden die Sammlungen in den Gemeinden schlechter ab (höhere Kosten) als jene im Detailhandel (Eigenleistungen, eigene Rückschublogistik, Nutzung bestehender Infrastruktur).
- Die Gemischt-Sammlungen schneiden im Gegensatz zu den getrennten Sammlungen im Gesamtnutzen tendenziell besser ab. Dies vorwiegend aufgrund der direkten Wirkung der grösseren Sammelmenge.
- Kaffeekapseln sollen weiterhin separat aber getrennt von anderen Fraktionen in der Gemeinde gesammelt werden.
- CD / DVD sollen weiterhin separat aber getrennt von anderen Fraktionen gesammelt werden. Die kleine Sammelmenge erlaubt eine Sammlung im Detailhandel.
- Die Fraktionen Folien (alle) sowie Schalen/Becher/Dosen zeigen einen tieferen Gesamtnutzen als die Anderen (hohe Verschmutzungsgefahr, geringere Erlöse, hoher Sortieraufwand für stoffliches Recycling).
- Wenn saubere Folien oder Kunststoff-Tragtaschen ohne grosse Verschmutzungen und Fehlwürfe gesammelt werden können und somit nicht sortiert werden müssen, haben sie einen guten Gesamtnutzen.
- Kunststoff-Hohlkörper und Getränkekartons zeigen einen guten Gesamtnutzen. Beide Fraktionen würden sich nach einer gemischten Sammlung und Verdichtung (Ballenpresse) wieder gut vereinzeln lassen und können auch technisch gut sortiert werden.
- Die Gemischte Fraktion Kunststoff-Hohlkörper /PE-Milchflaschen hat etwa den gleichen Gesamtnutzen wie die getrennte Sammlung der einzelnen Fraktionen. Da die Kunststoff-Hohlkörper bereits als Einzelfraktion sortiert werden müssen – was die heutige Zusammensetzung zeigt – spielt es keine Rolle, ob noch eine Material-ähnliche Fraktion hinzu kommt.
- Sowohl die getrennte Sammlung von Getränkekartons als auch die gemischte Sammlung zusammen mit PE-Milchflaschen und Kunststoff-Hohlkörpern zeigen einen guten bis hohen Gesamtnutzen. Werden Getränkekartons zusammen mit einer bestehenden Kunststoff-Hohlkörper-Fraktion (inkl. PE-Milchflaschen) gesammelt, erhöht sich der Gesamtnutzen aufgrund der grösseren Sammelmenge.
- Auf ein Mitsammeln von PET-Getränkeflaschen wird zum jetzigen Zeitpunkt verzichtet.

# 8 Faktenblätter Potentiale neue Fraktionen

## 8.1 Kunststoff-Hohlkörper

Faktenblatt Potentiale - Kunststoff-Hohlkörper		Übersicht	Stand: 03.02.2011
<b>Details zur Fraktion:</b> Pflege- und Reinigungsmittel, Food (Milch, Soja...) ohne PET-Getränkeflaschen, hauptsächlich PE, aber auch Anteil PET und PP		<b>15'000 Jahrestonnen (Absatz in CH)</b>	
Kriterium / Werkzeug	Beschrieb	Bewertung	Kommentar
Nutzwertanalyse (4 Kriterien)	Hohe Bewertung	gut, mittel, bef	
Öko-Effizienz	Gegeben, im Detailhandel höher, da leichte Fraktion		
Fuzzy-Set	Bestätigung obiger Resultate		
Umweltbelastung	Reduktion durch Recycling hoch. Unbesritten auch bei optimierter KVA		
Tragbarkeit Kosten	Gut, aufgrund Zusammensetzung bzw. Trend drängt sich eine Sortierung auf (Mehrkosten)		
Akzeptanz Konsumierende	Gut, Platzfresser im Kehrichtsack		
Akzeptanz Anspruchsgruppen	Gut, bei PE-Milch Geruch, Restflüssigkeiten Sammelort, Logistik		
Ergiebigkeit	Mittlergrosse Fraktion		
Kommunizierbarkeit	Da verschiedene Kategorien, z.B. Food / Non-Food nicht optimal aber machbar		
Synergien bestehende Systeme	Eignet sich für Mitsammeln mit anderen Hohlkörpern		Spricht für Mitsammeln
Einfluss bestehende Systeme	KVA durch relativ kleine Mengen gering, Fehlwurfrate zu PET-Getränkeflaschen ist ein wichtiger Punkt		Spricht für Mitsammeln
Sekundär-Effekte (z.B. Marktentwicklung)	Keine ersichtlich		
Umsetzbarkeit	Machbar, siehe Migros Luzern		
Sekundärmarkt	Vielzahl Recycler vorhanden, Nachfrage gegeben		
Trend Verpackung	Fraktion wird heterogener, vermehrt PET anstatt PE, auch Bioplastics		
...			
<b>Gesamtbewertung:</b>	Fraktion, die sich für das stoffliche Recycling eignet, aufgrund der Zusammensetzung ist die Sortierung für eine sinnvolle Verwertung (Verhinderung Downcycling bzw. Verluste PET) unabdingbar.		
<b>Empfehlung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Für Vereinfachung / Szenarien berücksichtigen</li> <li>- Fehlwurfrate zu PET-Getränkeflaschensammlung beachten</li> <li>- Prüfen, wie die in Fraktion vorhandenen PET-Flaschen verwertet werden (als Replast in EBS-Fraktion?)</li> </ul>		

## 8.2 Getränkekarton

### Faktenblatt Potentiale - Getränkekarton

Übersicht



03.02.2011

Stand:

Details zur Fraktion:		25'000 Jahrestonnen (Absatz in CH)	
Kriterium / Werkzeug	Beschrieb	Bewertung gut, mittel, tief	Kommentar
Nutzwertanalyse (4 Kriterien)	Hohe Bewertung, analog KST-Hohlkörper		
Öko-Effizienz	Gegeben, im Detailhandelshöher, da leichte Fraktion		
Fuzzy-Set	Bestätigung obiger Resultate		
Umweltbelastung	Mittlere Reduktion durch Recycling. Unbestritten auch bei optimierter KVA		
Tragbarkeit Kosten	Gut, Verwertung einfach, Kosten für Rejectverwertung sinken		
Akzeptanz Konsumierende	Gut, Platzfresser im Kehrichtsack und relativ grosse Menge		
Akzeptanz Anspruchsgruppen	Mittel bis tief, Geruch, Restflüssigkeiten am Sammelort, Materialerlös tief bis nicht vorhanden		Durchlaufzeit, spricht für DH und Mitsammeln
Ergiebigkeit	Eher grosse Fraktion		
Kommunizierbarkeit	Gut, da grossmehrfach Milch und Saft		
Synergien bestehende Systeme	Eignet sich für Mitsammeln mit anderen Hohlkörpern		Spricht für Mitsammeln
Einfluss bestehende Systeme	KVA durch relativ kleine Mengen gering, Fehlwurfrate zu PET-Getränkeflaschen ist ein wichtiger Punkt		Spricht für Mitsammeln
Sekundär-Effekte (z.B. Marktentwicklung)	Nicht-Sammeln GK als einzige Getränkeverpackung könnte bei Konsumierenden zu Präferenzverschiebung führen		
Umsetzbarkeit	Machbar, siehe Akzeptanz Anspruchsgruppen		Finanzierung, Materialerlöse tragen Logistikkosten nicht?
Sekundärmarkt	Mehrere Recycler vorhanden, Nachfrage gegeben		
Trend Verpackung	Offen, siehe Sekundär-Effekte		
...			
<b>Gesamtbewertung:</b>	Fraktion, die sich für das stoffliche Recycling eignet, Akzeptanz Anspruchsgruppen (Sammelstellen) wichtig bei Umsetzung.		
<b>Empfehlung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Für Vereinfachung / Szenarien berücksichtigen</li> <li>- Fehlwurfrate zu PET-Getränkeflaschensammlung beachten</li> <li>- Pilotprojekt für Punkte bezüglich Akzeptanz</li> </ul>		

## 8.3 Kunststoff-Tragtaschen

### Faktenblatt Potentiale - Kunststoff-Tragtaschen

Übersicht



03.02.2011

Stand:

Details zur Fraktion:		15'000	Jahrestonnen (Absatz in CH)
<b>Kriterium / Werkzeug</b>	<b>Beschrieb</b>	<b>Bewertung</b>	<b>Kommentar</b>
<b>Nutzwertanalyse (4 Kriterien)</b>	Mittelhohe Bewertung, leicht tiefer als Kunststoff-Hohlkörper	gut, mittel, tief	
<b>Öko-Effizienz</b>	Gegeben, im Detailhandel höher, da leichte Fraktion		
<b>Fuzzy-Set</b>	Teilweise Bestätigung obiger Resultate		
<b>Umweltbelastung</b>	Reduktion durch Recycling hoch. Unbestritten auch bei optimierter KVA		
<b>Tragbarkeit Kosten</b>	Mittel, Verwertung einfach, Kosten Sortierung eher hoch		Wie rein kann Fraktion gesammelt werden, siehe Kommunizierbarkeit?
<b>Akzeptanz Konsumierende</b>	Mittel bis gut, kein Platzresser im Kehrichtsack (kann gut verdichtet werden), aber Fraktion mit hoher Symbolik		
<b>Akzeptanz Anspruchsgruppen</b>	Hoch		Solange wenig Fehlwürfe
<b>Erglebigkeit</b>	Mittelgrosse Fraktion		
<b>Kommunizierbarkeit</b>	Mittel, Abgrenzung zu anderen Folien ev. schwierig (auch Salat- und Kartoffelverpackung?) und auch zu anderen Tragtaschen, z.B. Papier		Evtl. Folien Non-Food als Fraktion?
<b>Synergien bestehende Systeme</b>	Eignet sich nicht für Mitsammeln mit Hohlkörpern		Spricht für Getrennsammeln
<b>Einfluss bestehende Systeme</b>	KVA durch relativ kleine Mengen gering		
<b>Sekundär-Effekte (z.B. Marktentwicklung)</b>	Da symbolische Fraktion für Gesamtkunststoff verhindert Sammlung mögliche Restriktionen durch Politik		
<b>Umsetzbarkeit</b>	Machbarkeit fraglich, z.B. Abgrenzung zu weiteren Folien-Fraktionen		
<b>Sekundärmarkt</b>	Viele Recycler vorhanden, Nachfrage gegeben		
<b>Trend Verpackung</b>	Fraktion mit höchster Bioplastics-Relevanz, was stoffliches Recycling erschwert Mengen eher rückläufig		
...			
<b>Gesamtbewertung:</b>	Punkte wie Kommunizierbarkeit und Synergien sowie vor allem der Trend der Verpackung reduzieren die Gesamtbewertung.		
<b>Empfehlung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Für Vereinfachung / Szenarien <b>nicht</b> berücksichtigen</li> <li>- Gezielte Sammlung in Gemeinden aufgrund kleiner Schüttdichte suboptimal, Sammlung im Detailhandel aufgrund Unsicherheiten fraglich</li> <li>- Pilotprojekt für Kommunizierbarkeit (RE-LOG in Andwil) bei Ausweitung Tragtaschen auf Folien sauber (z.B. auch Six-Pack- oder Zeitschriften-Umverpackung)?</li> <li>- Bewertung inkl. Verwertung als EBS im Rahmen Projekt KST-Verwertung-CH</li> </ul>		

## 8.4 Kunststoff-Folien

### Faktenblatt Potentiale - Kunststoff-Folien

Übersicht



03.02.2011

Stand:

Details zur Fraktion:		50'000	Jahrestonnen (Absatz in CH)
<b>Kriterium / Werkzeug</b>	<b>Beschrieb</b>	<b>Bewertung</b>	<b>Kommentar</b>
<b>Nutzwertanalyse (4 Kriterien)</b>	Eher tiefe Bewertung, tiefer als Kunststoff-Tragtaschen	gut, mittel, tief	
<b>Öko-Effizienz</b>	Tiefe Materialröse und Teil EBS, im Detailhandel höher, da sehr leichte Fraktion		
<b>Fuzzy-Set</b>	Bestätigung obiger Resultate gegeben		
<b>Umweltbelastung</b>	Reduktion durch Recycling vorhanden, hoher EBS-Anteil, fraglich bei optimierter KVA		Wird im Projekt KST-Verwertung-CH genauer untersucht (3 Verwertungswege)
<b>Tragbarkeit Kosten</b>	Tief, Verwertung zweigleisig (stofflich, EBS), Kosten Sortierung hoch, Verwertung hoch (da hoher EBS-Anteil)		Wie rein kann Fraktion gesammelt werden, siehe Kommunizierbarkeit?
<b>Akzeptanz Konsumierende</b>	Grundsätzlich gut, da grosse Menge, aber Gerüche, Hygiene reduzieren Akzeptanz		Im Ausland oft Hohlsystem (Tür-zu-Tür) mit Sammelbehälter, Sammelsystem wichtig
<b>Akzeptanz Anspruchsgruppen</b>	Mittel, da Verschmutzung (Lebensmittelreste), hoher Handlingsaufwand da sehr leicht		
<b>Ergiebigkeit</b>	Grosse Fraktion		
<b>Kommunizierbarkeit</b>	Schlecht, da Abgrenzung zu anderen KST-Fractionen schwierig (was Folie, was Schale?)		Evtl. Folien Non-Food zusammen mit KST-Tragtaschen als Fraktion?
<b>Synergien bestehende Systeme</b>	Klein, eignet sich nicht für Mitsammeln mit Hohlkörpern		Spricht für Getrenntsameln
<b>Einfluss bestehende Systeme</b>	KVA durch grosse Mengen spürbar (Wegfall 1 KVA)		
<b>Sekundär-Effekte (z.B. Marktentwicklung)</b>	Keine ersichtlich		
<b>Umsetzbarkeit</b>	Machbarkeit fraglich, z.B. Abgrenzung zu weiteren Kunststoff-Fractionen		
<b>Sekundärmarkt</b>	Einige Recycler vorhanden, Nachfrage fraglich (da grosse Mengen "Mixed-Plastics" andere Länder auf Markt), Anteil Barriere-Folien, die sich nicht fürs stoffliche Recycling eignen		
<b>Trend Verpackung</b>	Fraktion mit hoher Bioplastics-Relevanz, was stoffliches Recycling erschwert Mengen eher steigend		
...			
<b>Gesamtbewertung:</b>	Punkte wie Kommunizierbarkeit und Synergien sowie vor allem der hohe Anteil EBS reduzieren die Gesamtbewertung.		
<b>Empfehlung:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Für Vereinfachung / Szenarien <b>nicht</b> berücksichtigen</li> <li>- Getrennte Sammlung in Gemeinden aufgrund kleiner Schüttdichte suboptimal, Sammlung im Detailhandel aufgrund Unsicherheiten fraglich</li> <li>- Pilotprojekt für Kommunizierbarkeit (RE-LOG in Andwil) bei Ausweitung Tragtaschen auf Folien sauber (z.B. auch Six-Pack- oder Zeitschriften-Umverpackung)?</li> <li>- Bewertung inkl. Verwertung als EBS im Rahmen Projekt KST-Verwertung-CH</li> </ul>		

## 8.5 Kunststoff Schalen, Becher, Dosen



### Faktenblatt Potentiale - Kunststoff Hohlkörper ohne Flaschen Schalen, Dosen, Becher



03.02.2011

Stand:

Details zur Fraktion:		50'000 Jahrestonnen (Absatz in CH)	
<b>Kriterium / Werkzeug</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Bewertung</b>	<b>Kommentar</b>
<b>Nutzwertanalyse (4 Kriterien)</b>	Eher tiefe Bewertung, tiefer als andere Kunststoff-Fraktionen	gut, mittel, tief	
<b>Öko-Effizienz</b>	Gegeben, im Detailhandel höher, da sehr leichte Fraktion		
<b>Fuzzy-Set</b>	Bestätigung obiger Resultate		
<b>Umweltbelastung</b>	Reduktion durch Recycling vorhanden, hoher EBS-Anteil, fraglich bei optimierter KVA		Wird im Projekt KST-Verwertung-CH genauer untersucht (3 Verwertungswege)
<b>Tragbarkeit Kosten</b>	Tief, Verwertung zweifelsig (stofflich, EBS), Kosten Sortierung hoch, Verwertung hoch (da hoher EBS-Anteil)		Wie rein kann Fraktion gesammelt werden, siehe Kommunizierbarkeit?
<b>Akzeptanz Konsumierende</b>	Grundsätzlich gut, da grosse Menge und Platzresser im Kehrichtsack, aber Gerüche. Hygiene reduzieren		Im Ausland oft Hohlsystem (Tür-zu-Tür) mit Sammelbehälter, Sammelsystem wichtig
<b>Akzeptanz Anspruchsgruppen</b>	Mittel, da Verschmutzung (Lebensmittelreste), hoher Handlingsaufwand da sehr leicht		
<b>Ergiebigkeit</b>	Grosse Fraktion		
<b>Kommunizierbarkeit</b>	Schlecht, da Abgrenzung zu anderen KST-Fraktionen schwierig (was Folie, was Schale?)		Wenn, dann mit Folien zusammen?
<b>Synergien bestehende Systeme</b>	Klein, eignet sich nicht für Mitsammeln mit Flaschen, insbesondere PET-Flaschen wegen PET-Schalen (kaum sortierbar)		Spricht für Getrenntsameln
<b>Einfluss bestehende Systeme</b>	KVA durch grosse Mengen spürbar (Wegfall 1 KVA), F		
<b>Sekundär-Effekte (z.B. Marktentwicklung)</b>	Keine ersichtlich		
<b>Umsetzbarkeit</b>	Machbarkeit fraglich, z.B. Abgrenzung zu weiteren Kunststoff-Fraktionen		
<b>Sekundärmarkt</b>	Einige Recycler vorhanden, Nachfrage fraglich (da grosse Mengen "Mixed-Plastics" andere Länder auf Markt), Anteil Barriere-Folien, die sich nicht fürs stoffliche Recycling eignen		
<b>Trend Verpackung</b>	Fraktion mit hoher Bioplastics-Relevanz, was stoffliches Recycling erschwert, vermehrt PET anstatt PE Mengen eher steigend		
...			
<b>Gesamtbewertung:</b>	Punkte wie Kommunizierbarkeit, fraglicher Sekundärmarkt sowie vor allem der hohe Anteil EBS reduzieren die Gesamtbewertung.		
<b>Empfehlung:</b>	- Für Vereinfachung / Szenarien nicht berücksichtigen - Getrennte Sammlung in Gemeinden aufgrund kleiner Schüttfrachten suboptimal, Sammlung im Detailhandel aufgrund Unsicherheiten fraglich - Bewertung inkl. Verwertung als EBS im Rahmen Projekt KST-Verwertung-CH		

## 8.6 Kaffeekapseln (Alu, Kunststoff)

### Faktenblatt Potentiale - Kaffeekapseln aus Alu oder Kunststoff (PE, PP, PLA)

Übersicht




03.02.2011

Stand:

Details zur Fraktion:		25'000 Jahrestonnen (Absatz in CH)	
Kriterium / Werkzeug	Beschrieb	Bewertung gut, mittel, tief	Kommentar
Nutzwertanalyse (4 Kriterien)	Hohe Bewertung, vor allem Alu bringt im Recycling viel Einsparung, grosse Ergiebigkeit		Tragbarkeit bzw. Kosten-Entwicklung hinsichtlich zunehmender Heterogenität?
Öko-Effizienz	Gegeben, im Detailhandel höher, da sehr leichte Fraktion		
Fuzzy-Set	Bestätigung obiger Resultate		
Umweltbelastung	Reduktion durch Recycling vorhanden, vor allem Alu, Kunststoff weniger		
Tragbarkeit Kosten	Zuzahlung für Kaffee-Satz, Materialerlös für Alu, vermehrt Sortierung notwendig		Entwicklung hinsichtlich zunehmender Heterogenität (Kunststoff)?
Akzeptanz Konsumierende	Gegeben, da grosse Menge, jedoch kein Platzfresser im Kehrichtsack, Handling im Haushalt (Restflüssigkeiten, Schimmel) aufwendig		
Akzeptanz Anspruchsgruppen	Mittel, da Verschmutzung, Geruch, Hygiene in Sammelstelle, wenig Handling		
Ergiebigkeit	Grosse Fraktion		
Kommunizierbarkeit	Gut, klare Fraktion		Verschieden proprietäre Systeme parallel?
Synergien bestehende Systeme	Klein, eignet sich nicht für Mitsammeln		
Einfluss bestehende Systeme	Keine ersichtlich		
Sekundär-Effekte (z.B. Marktentwicklung)	Alu wird präferiert, da Sammelsystem vorhanden. Schwieriger Aufbau weiterer System, wenn weiterhin proprietär		
Umsetzbarkeit	Machbar, jedoch offene Punkte bezüglich bestehenden Sammelpunkten Gemeinde (nur für eine Fraktion?)		
Sekundärmarkt	Alu, ja, Kunststoff als EBS, Kaffeesatz ja in Kompostierung / Vergärung, d. h. letztlich 10% stofflich (Alu)		
Trend Verpackung	Dürfte heterogener werden, Mengen steigend		
...			
<b>Gesamtbewertung:</b>	Verschiedene Punkte wie zunehmende Heterogenität, wenig Synergien, steigende Kosten reduzieren die Gesamtbewertung.		
<b>Empfehlung:</b>	- Für Vereinfachung / Szenarien <b>nicht</b> berücksichtigen - Bestehende Sammelinfrastruktur in Gemeinden und teilweise Verkaufsstellen		

## 8.7 CD / DVD

<b>Faktenblatt Potentiale - CD / DVD</b>		<b>Übersicht</b>	
<b>Details zur Fraktion:</b>		Stand: <b>3'000</b> Jahrestonnen (Absatz in CH, grobe Schätzung)	
<b>03.02.2011</b>			
<b>Kriterium / Werkzeug</b>	<b>Beschrieb</b>	<b>Bewertung</b> <i>gut, mittel, tief</i>	<b>Kommentar</b>
<b>Nutzwertanalyse (4 Kriterien)</b>	Mittlere Bewertung da kleine Ergiebigkeit wie auch Akzeptanz		
<b>Öko-Effizienz</b>	Hohe Materialerlöse, PC als aufwendiger Kunststoff		
<b>Fuzzy-Set</b>	Bestätigung obiger Resultate gegeben		
<b>Umweltbelastung</b>	Hohe Reduktion durch Recycling vorhanden		
<b>Tragbarkeit Kosten</b>	Hoch		
<b>Akzeptanz Konsumierende</b>	Mittel, kein Platzfresser im Kehrtricht, kleine Fraktion, Frage der Datensicherheit (eher Kehrtrichtsack als separat)		Akzeptanz bei Recycling ausserhalb Europa?
<b>Akzeptanz Anspruchsgruppen</b>	Gross, wenig Verschmutzung, tiefer Handlungsaufwand		
<b>Ergiebigkeit</b>	kleine Fraktion		
<b>Kommunizierbarkeit</b>	Gut		Fraglich, ob sich Kommunikation mit einer solch kleinen Fraktion lohnt
<b>Synergien bestehende Systeme</b>	Klein		Mitsammeln mit E + E?
<b>Einfluss bestehende Systeme</b>	Keine ersichtlich		
<b>Sekundär-Effekte (z.B. Marktentwicklung)</b>	Keine ersichtlich		
<b>Umsetzbarkeit</b>	Gut		
<b>Sekundärmarkt</b>	Wenig Recycler vorhanden, offen, ob in Europa, Nachfrage fraglich		
<b>Trend Verpackung</b>	Mengen sinkend		
...			
<b>Gesamtbewertung:</b>	Punkte wie Sekundärmarkt, Trend Verpackung und Ergiebigkeit reduzieren die Gesamtbewertung.		

# 9 Faktenblätter Potentiale Vereinfachungen / Szenarien

## 9.1 PE-Milchflaschen + Kunststoff-Hohlkörper



### Faktenblatt Szenario: PE-Milchflaschen + Kunststoff-Hohlkörper

#### Übersicht

Details zur gemischten Fraktion:		15'000 Jahrestonnen (Absatz in CH)	
Kriterium / Werkzeug (Kriterien, NWA: Umweltbelastung, Ökonomie, Akzeptanz)	Beschreibung (im Vergleich zur getrennten Sammlung der Einzelfraktionen)	Bewertung gut, mittel, tief	Kommentar
<b>Nutzwertanalyse NWA (3 Kriterien)</b>	PE-Milchflaschen und -Hohlkörper (5'000 t/a) Kunststoff-Hohlkörper (10'000 t/a)		
<b>Öko-Effizienz</b>	Mittlere Bewertung, höhere Fehlwurfrate erwartet, Sortierung wird sicher notwendig, höhere Kosten (Annahme: PE-Milch wird noch nicht sortiert) Gegeben, etwas höher im DH als in Gemeinde (geringere Logistikkosten im DH)		Für bessere Wertschöpfung wird Sortierung PE-Milch evensowieso notwendig, daher schliesslich als gut bewertet
<b>Machbarkeit, Umsetzbarkeit</b>	Machbar, in Praxis bereits bestätigt (M-Luzern), Sortieranlagen vorhanden		grössere Sammelmenge, schnellerer Umschlag
<b>Gesamtnutzen Fuzzy-Set</b>	Bestätigung der bisherigen Erkenntnisse, Nutzen im DH etwa gleich wie bei Einzelfraktionen		
<b>Umweltbelastung</b>	Gleiche Grössenordnung wie Einzelfraktionen		
<b>Ökonomie, Tragbarkeit Kosten</b>	Höhere Kosten aufgrund notwendiger Sortierung und grösserer Sammelmenge, unwahrscheinlich, dass besserer Materialerlös die Mehrkosten neutralisiert		Kurz- bis mittelfristig muss PE-Milchfraktion eh sortiert werden (zunehmende Fehlwurfe), dann CHF/kg gleich
<b>Akzeptanz Konsumierende</b>	Gut, weniger Abfall im Kehrichtsack, klare Kunststoff-Flaschen-Fraktion		
<b>Akzeptanz Anspruchsgruppen</b>	Gut, logische Erweiterung der Fraktion, weniger Handling-Aufwand		Schnellerer Umschlag an der Sammelstelle und VZBZ aufgrund hoher Sammelmenge
<b>Ergiebigkeit</b>	Mitteligrosse Mischfraktion		
<b>Kommunizierbarkeit</b>	Machbar, ev. schwierig wegen Food/Non-Food, auf der anderen Seite wieder einfacher wegen einheitlicher Fraktion "Kunststoff-Flaschen"		PET-Flaschen als Fehlwurfe können zu Wertstoffen werden (Quote) infolge Sortierung
<b>Synergien bestehende Systeme</b>	Synergie durch Sammlung mit PE-Milchflaschen (Sammelstelle, Gebinde), Transportlogistik zusammen mit PET-Flaschen möglich		PET-Flaschen als Fehlwurfe können zu Wertstoffen werden (Quote) infolge Sortierung
<b>Trend Verpackung</b>	Trend zu mehr PET anstatt PE, Zunahme Bio-Plastics, Mischfraktion wird heterogener, mengenmässig gleich bis leicht zunehmend (Annahme)		
...			
<b>Gesamtbewertung:</b>	Gemischte Kunststoff-Fraktion mit einem guten Gesamtsystem-Nutzen. Sortierung ist erforderlich, möglich und erlaubt höhere Wertschöpfung in Verwertung.		
<b>Empfehlung:</b>	> Sinnvolle Vereinfachung, erprobt > Fehlwurfrate z.B. PET-Getränkflaschen beobachten > Sortierung ansehen		

## 9.2 PE-Milchflaschen + Kunststoff-Hohlkörper + Getränkekartons



### Faktenblatt Szenario: PE-Milchflaschen + Kunststoff-Hohlkörper + Getränkekartons

#### Übersicht

Details zur gemischten Fraktion:		40'000 Jahrestonnen (Absatz in CH)	
PE-Milchflaschen (5'000 t/a) Kunststoff-Hohlkörper (10'000 t/a) Getränkekartons (25'000 t/a)			
Kriterium / Werkzeug <small>(Kriterien NWA: Umweltbelastung, Ökonomie, Akzeptanz)</small>	Beschrieb <small>(im Vergleich zur getrennten Sammlung der Einzelfraktionen)</small>	Bewertung <small>gut, mittel, tief</small>	Kommentar
<b>Nutzwertanalyse NWA (3 Kriterien)</b>	Hohe Bewertung		
<b>Öko-Effizienz</b>	Gegeben, gleiche Grössenordnung wie Einzelfraktionen, etwas höher im DH als in Gemeinde		Fehlwürfe landen am richtigen Ort, Wertschöpfung nach Sortierung
<b>Machbarkeit, Umsetzbarkeit</b>	Machbar, Sortierung mit hoher Ausbeute (Ausbringung) möglich, Sortieranlagen im grenz nahen Ausland vorhanden		grosse Sammelmenge, schnellerer Umschlag
<b>Gesamtnutzen Fuzzy-Set</b>	Rel. hoher Gesamtnutzen, im DH höher als in Gemeinde, Bestätigung der bisherigen Erkenntnisse		
<b>Umweltbelastung</b>	Leicht geringerer Umweltnutzen durch GK-Zusatz, im Gegensatz zu reiner Kunststoff-Fraktion, aber immer noch geringe Umweltbelastung gesamt		
<b>Ökonomie, Tragbarkeit Kosten</b>	Absolut höhere Kosten aufgrund notwendiger Sortierung und grosser Sammelmenge, etwa gleich wie PE-Milch/Kunststoff-Hohlkörper-Fraktion (pro kg)		PE-Milch/Kunststoff-Hohlkörper-Fraktion muss sortiert werden
<b>Akzeptanz Konsumierende</b>	Gut, weniger Abfall im Keirchitsack, starke Vereinfachung an der Sammelstelle, Bedürfnis gemäss Umfragen		
<b>Akzeptanz Anspruchsgruppen</b>	Tief bis mittel, Bedenken betreffend Handling- und Logistik-Aufwand, Geruch und Hygiene		Schnellerer Umschlag an der Sammelstelle und VZBZ aufgrund hoher Sammelmenge (= weniger Geruch)
<b>Ergiebigkeit</b>	Grosse Mischfraktion		
<b>Kommunizierbarkeit</b>	Machbar, ev. schwieriger wegen Food/Non-Food und verschiedenen Materialien		
<b>Synergien bestehende Systeme</b>	Synergie durch Nutzung vorhandener Sammelinfrastruktur, Transport grösserer Mengen im gleichen Gebinde		
<b>Trend Verpackung</b>	Trend zu mehr PET anstatt PE, Zunahme Bio-Plastics, Mischfraktion wird heterogener (Karton und Alu von Getränkekarton)		Sortierung und Aufbereitungstechnologie ermöglicht Trennung der Materialien
...			
<b>Gesamtbewertung:</b>	<b>Gemischte Fraktion mit einem guten Gesamtsystem-Nutzen. Im DH höher als in Gemeinde. Sortierung ist erforderlich und möglich. Verwertungsmöglichkeiten sind für alle Fraktionen gegeben.</b>		

## 9.3 PE-Milchflaschen + Kunststoff-Hohlkörper + Getränkekartons + PET-Getränkeflaschen



### Faktenblatt Szenario: PE-Milchflaschen + Kunststoff-Hohlkörper + Getränkekartons + PET-Getränkeflaschen

#### Übersicht

<b>Details zur gemischten Fraktion:</b> PE-Milchflaschen (5'000 t/a) Kunststoff-Hohlkörper (10'000 t/a) Getränkekartons (25'000 t/a) PET-Getränkeflaschen (40'000 t/a)		80'000 Jahrestonnen (Absatz in CH)	
Bemerkungen zu PET siehe oben, Ausschlusskriterien			
<b>Kriterium / Werkzeug</b> (Kriterien NWA: Umweltbelastung, Ökonomie, Akzeptanz)	<b>Beschrieb</b> (im Vergleich zur getrennten Sammlung der Einzelfraktionen)	<b>Bewertung</b> gut, mittel, tief	<b>Kommentar</b>
<b>Nutzertanalyse NWA (3 Kriterien)</b>	Hohe Bewertung (im Vergleich zur getrennten Sammlung der Einzelfraktionen)	gut, mittel, tief	Wenig Fehlwürfe
<b>Öko-Effizienz</b>	Gegeben, gleiche Grössenordnung andere Mischfraktionen, etwas höher im DH als in Gemeinde		
<b>Machbarkeit, Umsetzbarkeit</b>	Machbar, Sortierung mit hoher Ausbeute (Ausbringung) möglich, Sortieranlagen im grenz nahen Ausland vorhanden, B2B gefährdet?		Aufbrechen eines akzeptierten und gut eingeführten Systems. Entwicklungen der Technologien beobachten
<b>Gesamtnutzen Fuzzy-Set</b>	Hoher Gesamtnutzen, im DH höher als in Gemeinde		grosse Sammelmenge, gute Erlöse PET
<b>Umweltbelastung</b>	Etwa gleich wie PE-Milch/Kunststoff-Hohlkörper/Getränkekarton, jedoch höher als bei einer getrennten PET-Sammlung		
<b>Ökonomie, Tragbarkeit Kosten</b>	Absolut höhere Kosten aufgrund notwendiger Sortierung und grosser Sammelmenge, pro kg etwa gleich wie andere Misch-Fraktionen		Skalenerträge bei der Sortierung können die Totalkosten reduzieren, dann wären Kosten pro kg günstiger
<b>Akzeptanz Konsumierende</b>	Mittel, gut weil starke Vereinfachung (alles in ein Loch), tief weil brechen mit einer "Tradition" (war das, was ich bisher gemacht habe, falsch?)		Kommunikation zur Steigerung der Akzeptanz schwierig
<b>Akzeptanz Anspruchsgruppen</b>	Tief, da Widerstand seitens Beteiligten des PET-Recyclingsystems zu erwarten ist (Getränkeabfüller z.B. B2B)		
<b>Ergiebigkeit</b>	Grosse Mischfraktion		
<b>Kommunizierbarkeit</b>	Schwierig, gut etabliertes System wird aufgegeben, saubere Fraktion wird "verschmutzt". Verständnis?		Verständliche Kommunikation betr. Sinn des Zusammen-Sammelns und der Aussortierung ist schwierig
<b>Synergien bestehende Systeme</b>	Synergie durch Nutzung vorhandener Sammelinfrastruktur, Transport grosser Mengen im gleichen Gebinde		Umgang mit Untenwegskontamination, bei PET-Getränke relevant, bei anderen Fraktionen weniger?
<b>Trend Verpackung (quant. und qual.)</b>	Trend zu mehr PET anstatt PE, PET Food/Non-Food, Zunahme Bio-Plastics, Mischfraktion wird heterogener		Bewertung bezieht sich auf Heute.
...			
<b>Gesamtbewertung:</b>	Grundsätzlich eine interessante gemischte Fraktion mit einem hohen Gesamtsystem-Nutzen.		
<b>Empfehlung:</b>	Im Moment noch nicht mitsammeln, Bedenken betreffend Gefährdung B2B. Zu einem späteren Zeitpunkt wieder prüfen. Beobachten, wie sich die Verpackungs- und Recycling-Technologien entwickeln (B2B-Recycling von Food-PET und Non-Food-PET).		

# 10 Diskussion der Resultate

## Diskussion der Resultate und Fakten

Spezifische Faktenblätter zur Bewertung (für potentiell neue Fraktionen und potentielle Vereinfachungen / Szenarien, siehe Kapitel 8 und 9) und folgende Fakten dienen dabei als Grundlage zur Diskussion zusammen mit der Arbeitsgruppe:

### Potentiale – neue Fraktionen:

- Kunststoff-Hohlkörper (z.B. Reinigungs- und Pflegemittelflaschen) und Getränkekarton sollen aufgrund der Öko-Effizienz in die weiteren Überlegungen mit einbezogen werden. Beide schneiden in der Gesamtbewertung gut ab und haben zudem Potential für Synergien.
- Für Kaffeekapseln besteht bereits heute ein flächendeckendes Sammelsystem in den Gemeinden und im Fachhandel, somit besteht auch kein Handlungsbedarf im Rahmen dieses Projekts.
- Die Fraktion CD / DVD kann als Nische im Detailhandel gesammelt werden. Eine Umsetzung im Rahmen der Verordnung über die Rückgabe elektronischer Geräte (VREG) wäre naheliegend, zumal CD / DVD Teil dieser gesetzlichen Grundlage sind. Eine stabile Recycling-Lösung in Europa ist anzustreben.
- Kunststoff-Tragtaschen sowie CD / DVD haben Potential aufgrund der Öko-Effizienz. Da bei beiden Fraktionen jedoch die Mengen rückläufig sind, sehen wir keinen Handlungsbedarf für die IG DHS (weitere Abklärungen zu Kunststoff-Tragtaschen und Folien allenfalls im Bereich PE-Folien im Projekt Kunststoff-Verwertung-CH, BAFU).
- Folien sowie Schalen, Becher und Dosen aus Kunststoff lassen sich nur mit einem grossen technischen und finanziellen Aufwand und auch nur teilweise stofflich rezyklieren (starke Verschmutzungen, Heterogenität bei den Arten und Materialien z.B. Barrieren), weswegen diese Fraktionen nicht weiter berücksichtigt werden – jedoch im Projekt Kunststoff-Verwertung-CH ein Thema sind.
- Die Fraktion Folien-Verpackungen als solches ist auch sehr heterogen (Art und Material) und oft stark verschmutzt und zudem zur Fraktion Schalen/Becher/Dosen schwer abzugrenzen (Kommunikation). Daher kein Handlungsbedarf für IG DHS.

## **Potentiale – Vereinfachungen / Szenarien:**

- Die Fraktion Kunststoff-Tragtaschen eignet sich bedeutend besser für das stoffliche Recycling als Schalen, Becher und Dosen aus Kunststoff. Eine Sammlung von Tragtaschen gemischt mit Hohlkörpern wird nicht empfohlen.
- Grundsätzlich profitieren Fraktionen mit tiefer Schüttdichte von der Logistik des Detailhandels, d.h. diese sollen hauptsächlich im Detailhandel gesammelt werden, schwere Fraktionen in den Gemeinden. Die Vor-/Nachteile einer haushaltsnahen Sammlung wären noch zu prüfen.
- Ausschlusskriterien (aus Erkenntnissen Sortierung und aus Überlegungen zur Bewertung potentiell neuer Fraktionen) zeigen, dass sich die Fraktionen PE-Milchflaschen, Kunststoff-Hohlkörper und Getränkekartons grundsätzlich für eine Vereinfachung, d.h. gemischte Sammlung, eignen.
- Mögliche Vereinfachungs-Szenarien wurden mittels einer Nutzwertanalyse bewertet. Als interessanteste Szenarien für eine Sammlung im Detailhandel resultierten eine gemischte Sammlung aus PE-Milchflaschen und Kunststoff-Hohlkörper mit Getränkekartons. Dabei handelt es sich um eine volkswirtschaftliche Betrachtung. Die Frage der betrieblichen Vollkostenrechnung sind damit für den Detailhandel aber noch nicht geklärt. PET-Getränkeflaschen werden weiterhin getrennt gesammelt und evtl. später, nach erneuter Abklärung, integriert (je nach Markt- und Technologieentwicklung) – siehe Erläuterungen nächste Seite.

## **Gesamtbewertung Fuzzy-Set:**

- Die ganzheitliche Bewertung mittels Fuzzy-Set bestätigt die Resultate der anderen Werkzeuge (Nutzwert- und Öko-Effizienzanalyse). Das Gemischt-Sammeln wird im Grundsatz besser bewertet als die jeweiligen Einzelfraktionen. Schwierig einzuschätzen ist in diesem Zusammenhang die Entwicklung der Konsumenten-Zufriedenheit (höher, da einfacher oder tiefer da kleinerer Wertschöpfungsbeitrag?). Die Sammlungen im Detailhandel sind in vielen Fällen günstiger als in Gemeinden, dies aufgrund der geringeren Logistikkosten (Nutzung der existierenden Rückschublogistik, vorhandene Verdichtungsinfrastruktur). Allerdings ist davon auszugehen, dass die heutigen Entschädigungsansätze nicht die vollen Kosten des Detailhandels decken.

## **Sortierung und Blick ins Ausland:**

- Die technische Machbarkeit von Gemischt-Sammlungen ist im Ausland erbracht. Der aktuelle Stand der Technik der Sortierung ermöglicht im Grundsatz eine gemischte Sammlung. Moderne Sortieranlagen erbringen sowohl eine hohe Reinheit wie auch eine hohe Ausbringung (Ausbeute, Verhältnis Output zu Input je Fraktion). Eine Sortierung bedingt jedoch Mindestmengen für eine effiziente Sortierspezifikation (ab 20'000 Jahrestonnen) und entsprechende Kosten.

## Die Situation der PET-Getränkeflaschen

Eine gemischte Sammlung mit PET-Getränkeflaschen ist grundsätzlich möglich und mit den heutigen Technologien auch ohne Weiteres nach Materialarten (z.B. Fremdstoffe wie PE-Flaschen) sortierbar. PET wird aber vermehrt auch bei Verpackungen im Nicht-Getränkebereich eingesetzt (Pflegemittel und Reinigungsmittel). Diese PET-Verpackungen (vorwiegend Flaschen) müssen nicht aus lebensmittelechtem PET hergestellt sein. Eine Sortierung sowohl der eingesetzten verschiedenen PET-Arten (A, G) als auch der verschiedenen PET-Fraktionen (Food, Non-Food) ist heute technisch nicht möglich.

Eine gemischte Sammlung von PET-Getränkeflaschen z.B. mit anderen Kunststoff-Hohlkörpern (und somit Vermischung von Food- und Non-Food-PET) würde heute in der Schweiz zu Regulations-Problemen führen (Bottle-to-Bottle-Recycling). Es ist denkbar, dass ein Hersteller einer PET-Nicht-Getränkeverpackung nicht lebensmitteltaugliches Rezyklat oder nicht lebensmitteltaugliche Additive einsetzt. Non-Food-PET würde so in den Sammelstrom von Food-PET eingetragen und diesen potentiell verschmutzen.

Weiter könnten Spuren von z.B. Putzmittelrückständen messbar sein. Dies wäre für den Bottle-To-Bottle-Kreislauf nicht zuträglich. Es sind intensive Analysen notwendig (z.B. zusätzliche Challenge-Tests) bzw. Beweise zu erbringen, dass Non-Food-PET-Verpackungen im B2B-Kreislauf keine Probleme verursachen und diesen nicht gefährden.

Ob und in welchem Rahmen PET-Getränkeflaschen in eine gemischte Sammelfraktion integriert werden sollen, ist zu einem späteren Zeitpunkt nochmals zu prüfen (je nach Entwicklung des Markts, z.B. Milch in PET und auch je nach Entwicklung der Sortier- und Recycling-Technologie, Entwicklung Anforderungen an Direktlebensmittelkontakt).

# 11 Anhang – Zusammenfassende Aussagen zu Separatsammlungen

Folgende Grundsätze und Themen prägen die Separatsammlungen in der Schweiz:

Thema	Details
Anreizsystem	Verursachergerechte Sackgebühren in den meisten Gemeinden sorgen für Anreize Separatsammlung.
"Convenience"	Möglichst einfache Systeme, Kommunizierbarkeit gegenüber Konsumierende.
Eigentum Abfall (bzw. Wertstoff)	Zum Teil Eigentum der Systemorganisation, zum Teil Sammelorganisation, oder auch Gemeinde.
Finanzierung	Meist vorgezogene Beiträge / Gebühren (verursachergerecht), Sammlung Milchprodukte jedoch ohne.
Freiwilligkeit	Staatliche Lösung subsidiär, z.B. bei Glas oder E+E.
Getränkekarton	Einfluss Nicht-Recycling auf Marktentwicklung? Haltung Konsumierende?
Konsumierende	Akzeptanz weiterer Separatsammlungen, Kommunizierbarkeit?
Littering	Verursacher, Kosten bzw. Kostenträger, geeignete Massnahmen.
Pfand	Diskussion, geprägt durch laufende politische Vorstösse. Kosten / Nutzen bei Getränkeverpackungen.
Recycling = Akzeptanz	Nur separat gesammelte Verpackungen werden von den Konsumierenden als ökologisch wahrgenommen, verzerrte Wahrnehmung (Inhalt, Herkunft, Produktion?).
Sammelort	Grossmehrheitlich Detailhandel oder Gemeinde (PET vermehrt bei beiden, Alu-/Blehdosen nur Gemeinden).
Schlackensortierung	Technische Machbarkeit der Sortierung nach Verbrennung anstatt Trennung an der Quelle.
Systemorganisationen	Eine Systemorganisationen je Fraktion, welche mehrheitlich autonom arbeiten (z.B. im Gegensatz zu Österreich).
Trennung an der Quelle	Im Gegensatz zu teils Sammlungen im Ausland heute grossmehrheitlich Trennung an der Quelle (Alu- / Blehdosen vermehrt zusammen, Papier / Karton teilweise zusammen).
Trittbrettfahrer	Freiwilligkeit erfordert Einbindung aller wesentlichen Kräfte.
Wertstoffe	Siehe auch Eigentum, wer profitiert von den (steigenden) Materialerlösen?

Abbildung 38 Grundsätze und Themen Separatsammlung

## **Zusammenfassende Aussagen und Fakten zu Separatsammlungen in der Schweiz:**

- Die Trennung an der Quelle ist in der Schweiz grossmehrheitlich Standard. Dies macht Anpassungen der Sammelsysteme schwierig, da die Systeme meist materialbezogen sind.
- Je homogener die Fraktionen und je eher Synergien realisiert werden können, desto eher wird eine Gemischt-Sammlung funktionieren.
- Sowohl in der Schweiz wie auch im Ausland sind die Systeme bezüglich Aufbau, Logistik, Finanzierung und Organisation heterogen und damit kaum vergleichbar.
- In verschiedenen Ländern (z.B. Frankreich und Belgien) laufen Projekte zur Ausweitung der Separatsammlungen.
- "Nur" oder "schon" 50% der Siedlungsabfälle werden in der Schweiz separat erfasst und verwertet.
- Die Abfallzusammensetzung und damit die einzelnen Fraktionen (Mengen, Zusammensetzung etc.) verändern sich. Aus diesem Grund ist eine periodische Überprüfung und allfällige Anpassung der Separatsammlungen sinnvoll.
- PET wird vermehrt auch ausserhalb des Getränkebereichs eingesetzt, d.h. die Kunststoff-Hohlkörper-Fraktion wird von der Materialzusammensetzung uneinheitlicher (siehe dazu Marktschätzung im Kapitel 17).
- Leichte, verdichtbare Fraktionen profitieren übermässig von der bestehenden Logistik des Detailhandels (Rücktransport Leerfahrt in Verteilzentralen und Verdichtung mittels Ballenpressen).
- In der Schweiz gibt es eine Vielzahl von Sammel-Systemen. Die Kooperation auf Stufe Swiss Recycling ist lose.
- Sowohl bei staatlich finanzierten (vorgezogene Gebühren) wie auch bei privatwirtschaftlich organisierten Systemen (vorgezogene Beiträge) sind Trittbrettfahrertum ein Dauerthema.
- Ein Recyclingsystem bzw. eine Finanzierung je Verpackungsart und nicht nur Teile davon (z.B. alle Kaffeekapseln oder alle Getränkeverpackungen) verhindert unerwünschte Sekundäreffekte auf Stufe Konsumenten (Präferenzen, welche zu einer gesamtökologischen Verschlechterung führen) und sorgt für gleich lange Spiesse im Markt.

# 12 Anhang – Einfluss durch Entwicklungen im Markt

Wir haben im Rahmen dieses Projekts keine Analyse des Verpackungsmarkts durchgeführt. Dennoch möchten wir ein paar wenige Trends darstellen, die einen Einfluss auf die Separatsammlungen haben können.

Thema	Details
Demografie	Z.B. sorgt die Zunahme der Klein-Haushalte für mehr Verpackungen.
Internationalisierung	Grössere Heterogenität der Fraktionen, aber auch Standardisierung, z.B. Systemkonformität auf Europäischer Ebene.
Konsumverhalten	Z.B. sorgen Unterwegskonsum und Convenience-Anforderungen für mehr Verpackungen.
Materialpreise	Anreize zur Sammlung durch Materialerlöse.
Neue Fraktionen	Z.B. Kaffeekapseln oder der Kunststoff-Schalen für Früchte / Gemüse.
Neue Materialien	Z.B. Kunststoffe aus Biomasse, welche das stoffliche Recycling bestehender, fossiler Kunststoffe beeinträchtigen können.
Substitution z.B. PET	Bestehende Hohlkörper aus PE (auch PP oder Glas) werden vermehrt durch PET ersetzt, dadurch steigt der PET-Hohlkörperanteil Nicht-Getränke.
Rezyklateinsatz	Ambivalente Entwicklung: vermehrte Risiko- und Hygienevorschriften sorgen einerseits für Reduktion und andererseits vermehrte Reduktion Fussabdruck für eine Zunahme.

Abbildung 39 Entwicklungen im Verpackungsmarkt

## 12.1 Entwicklung Primär- und Sekundärmarkt

Wie sich die einzelnen Märkte entwickeln, hängt von verschiedenen, komplexen und sich gegenseitig beeinflussenden Faktoren ab. Beispiele solcher Faktoren:

- Die **Zusammensetzung des Produkts** (Stichwort Systemkonformität): z.B. Einsatz neuer Materialien wie nachwachsende Rohstoffe, die das Recycling und somit den Sekundärmarkt gefährden können jedoch einen positiven Einfluss auf den Primärmarkt haben.
- Die **Nachfrage nach Sekundärmarkt**: z.B. getrieben durch die Einkaufspolitik des Detailhandels oder durch die Rohstoffpreise.
- Die **Produktions-Standorte**: Wenn die Produktion in Übersee geschieht, dann dürfte das Recycling auch abwandern (Akzeptanz Separatsammlung mit Recycling ausserhalb Europa?).
- Die **Qualität des Sekundärmaterials** (Möglichkeit geschlossener Kreislauf): Wird z.B. durch die Aufbereitung beeinflusst.

Möchte man die einzelnen potentiellen Fraktionen bezüglich Primär- und Sekundärmarkt bewerten, kann folgende Matrix am Beispiel Getränkekarton und Kunststoff-Hohlkörper zur Anwendung kommen:

Kriterium	Fraktion Getränkekarton	Fraktion Kunststoff-Hohlkörper
Eintrag Störstoffe (neue Materialien)?	klein	mittel (Bioplastics-Flaschen, z.B. PLA)
Entwicklung bezüglich Homogenität Primärmarkt		
Struktur Recycling-Organisation (spielt der Markt, monopolistisch?)	CH wenig Abnehmer Europa einige Abnehmer (> 10 Firmen)	CH wenig Abnehmer Europa viele Abnehmer (> 50 Firmen)
Absatzmarkt für Sekundärmaterial	gross Restriktionen Lebensmittel	mittel - gross vor allem Rohrindustrie
Knappeheit bez. Preise	schwierig zu beurteilen Nachfrage "China" entscheidend	schwierig zu beurteilen Nachfrage "China" entscheidend

Abbildung 40 Entwicklungen im Primär- und Sekundärmarkt

## 12.2 Sekundär-Effekte

### Wie kann ein Recyclingsystem die Präferenz einzelner Fraktionen beeinflussen?

Betrachtungen aus Sicht Konsumierende und Detailhandel:

Alu-Kaffeekapseln haben im Recycling einen rund 4x höheren ökologischen Nutzen (Einsparung UBP je t). D.h. aus ökologischen Gründen lohnt sich ein Recycling der Alu-Kapseln stark. In einer ökologischen Gesamtsicht jedoch könnte die Gesamtbeurteilung anders aussehen.

Für die Konsumierenden dürfte eine Verpackung, die gesammelt werden kann und recycelt wird, unabhängig des Materials, in jedem Fall eine ökologisch viel bessere Wahrnehmung besitzen. Dies kann nun zu Sekundär-Effekten in der Materialwahl führen. Wird z.B. eine Verpackung, die nicht gesammelt/recycelt wird jedoch ökologisch besser ist als eine andere Verpackungsart, beim Kauf weniger berücksichtigt, so führt dies indirekt zu einer Verschlechterung der Gesamt-Ökologie.

Führt eine Fraktion im Detailhandel zu einem übermässigen Aufwand, wird diese Fraktion ersetzt oder umgekehrt, können hohe Materialerlöse zu einer Separatsammlung führen. Beispiele mit Pfandführungen (Substitution einzelner Materialien) gibt es zuhauf. Neben dem Pfand könnte auch der hohe Aufwand für das Handling in den Filialen bzw. in den Verteilzentralen zu einer Substitution führen.

# 13 Anhang – Sammelort: Detailhandel versus Gemeinde

Der Sammelort ist nicht nur für die Zufriedenheit der Konsumenten wichtig. Er ist vor allem ein ökonomischer Faktor. Kann der Detailhandel die Sammelmengen von der Verkaufsstelle mittels Leertransport in die Verteilzentrale bringen, stellt dies eine optimale und kostengünstige Variante dar. Wird die Sammelmenge zusätzlich in der Verteilzentrale mittels den bestehenden Ballenpressen verdichtet, verbessert sich der ökonomische Vorsprung gegenüber der Sammlung in der Gemeinde weiter.

Nachfolgendes Beispiel zeigt den Unterschied anhand der Öko-Effizienz exemplarisch auf, für den Detailhandel (blau, jeweils linker Balken) und die Gemeinde (rot, jeweils rechter Balken). Bei PE-Milchflaschen ist die Differenz grösser als bei den CD / DVD, dies aufgrund der unterschiedlichen Schüttdichte ( $\text{kg/m}^3$ ). Die CD/DVD-Fraktion hat eine viel höhere Schüttdichte als die PE-Milchflaschen (Hohlkörper). Dadurch steigt das pro  $\text{m}^3$  zu transportierende Gewicht.

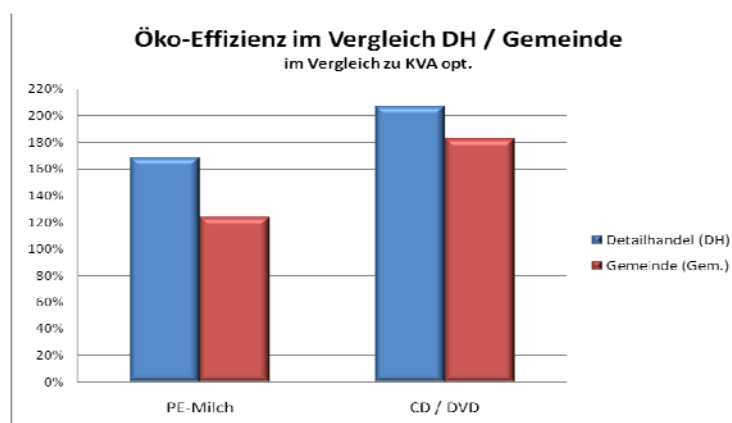


Abbildung 41 Vergleich Öko-Effizienz Detailhandel vs. Gemeinde, REDILO und Carbotech

Ob gewisse Fraktionen nur in einem Sammelkanal angeboten werden können, ist umstritten. Fakt ist, dass schon heute gewisse Fraktionen nur im Detailhandel (z.B. PE-Milchflaschen bei Coop und Migros) oder nur in Gemeinden (z.B. Alu/Weissblech) angeboten werden.

Wir denken, dass gerade bei nicht-quotenrelevanten Fraktionen wie PE-Milchflaschen oder auch Getränkekarton die Beschränkung auf einen Kanal möglich und aus Kostengründen auch sinnvoll ist.

Wird nur die Gemeinde als Sammelkanal genutzt, so ist dies bei eher schwierig zu kommunizierbaren Fraktionen kritisch, da die Abdeckung mit überwachten Sammelstellen ("Ökihöfe") nicht flächendeckend ist. Wir rechnen mit ca. 1'500 überwachten Sammelstellen in Gemeinden. Die Abdeckung durch den Detailhandel ist allein mit Coop, Migros und Denner bei über 1'800 potentiellen Sammelstellen doch um etwa 20% grösser.

## Welche möglichen Kriterien sprechen für welchen Sammelkanal?

Hier ein Beispiel-Werkzeug (kann noch weiter entwickelt werden):

Kriterien Sammlung Detailhandel vs. Gemeinde	Detailhandel	Gemeinde
Schüttdichte	leicht	schwer
Handling Verkaufsstelle und Verteilzentrale	einfach (z.B. Säcken für Hohl- körper)	kompliziert (z.B. Rahmenpalet- te für E-Schrott)
Verdichtung	hoch (Ballenware)	klein, nicht möglich
Verschmutzung	klein	hoch
"Emissionen" (Geruch, Restflüssigkeiten)	klein	hoch
Durchlaufzeit	schnell	langsam
Quotenrelevanz	wenn ja, eher beide Sammelkanäle	
Rückgabefrequenz	hoch	tief
Ergiebigkeit	hoch	tief
Gewohnheit bzw. Erwartung Konsumierende	"Küchen-Fraktion" eher Detailhandel, "Keller-Fraktion" eher Gemeinde	
...		

Abbildung 42 Matrix Sammlung Detailhandel vs. Gemeinde

# 14 Anhang – Getrennt vs. Gemischt sammeln

Welche grundlegenden Faktoren sprechen für eine Trennung an der Quelle (Getrennt-Sammlung), welche für ein Mitsammeln (Gemischt-Sammlung)?

Kriterium	Getrennt sammeln	Gemischt sammeln
Kategorie	unterschiedlich z.B. Getränkekarton und Kartonschachteln	ähnlich z.B. Getränkeverpackungen
Ort des Konsums	unterschiedlich (z.B. zu Hause vs. Ausserhaus)	ähnlich
Fremdmaterialanteil	klein z.B. 5% kleine Überschneidung	gross z.B. > 10% grosse Überschneidung
Kommunizierbarkeit	schwierig	einfach
Mengenanfall	unterschiedlich z.B. 80% / 20%	ähnlich z.B. 67% / 33%
Sortierung	Fraktion kann ohne Sortierung verwertet werden	Faktion geht sowieso über Sortieranlage
Synergien	klein	gross z.B. in der Logistik Skalenerträge Sortiercenter oder bessere Auslastung Infrastruktur
Schüttdichte	unterschiedlich z.B. andere Gebinde, Infrastruktur	ähnlich
Anhaftungen, Restmengen	hoch "Cross-Kontamination"	klein
Durchlaufzeit	unterschiedlich	ähnlich
Finanzierungsart und -höhe	unterschiedlich	Ähnlich

Abbildung 43 Matrix Getrennt- vs. Gemischtsammlung

Arbeitspapier: Fischgrät-Diagramm

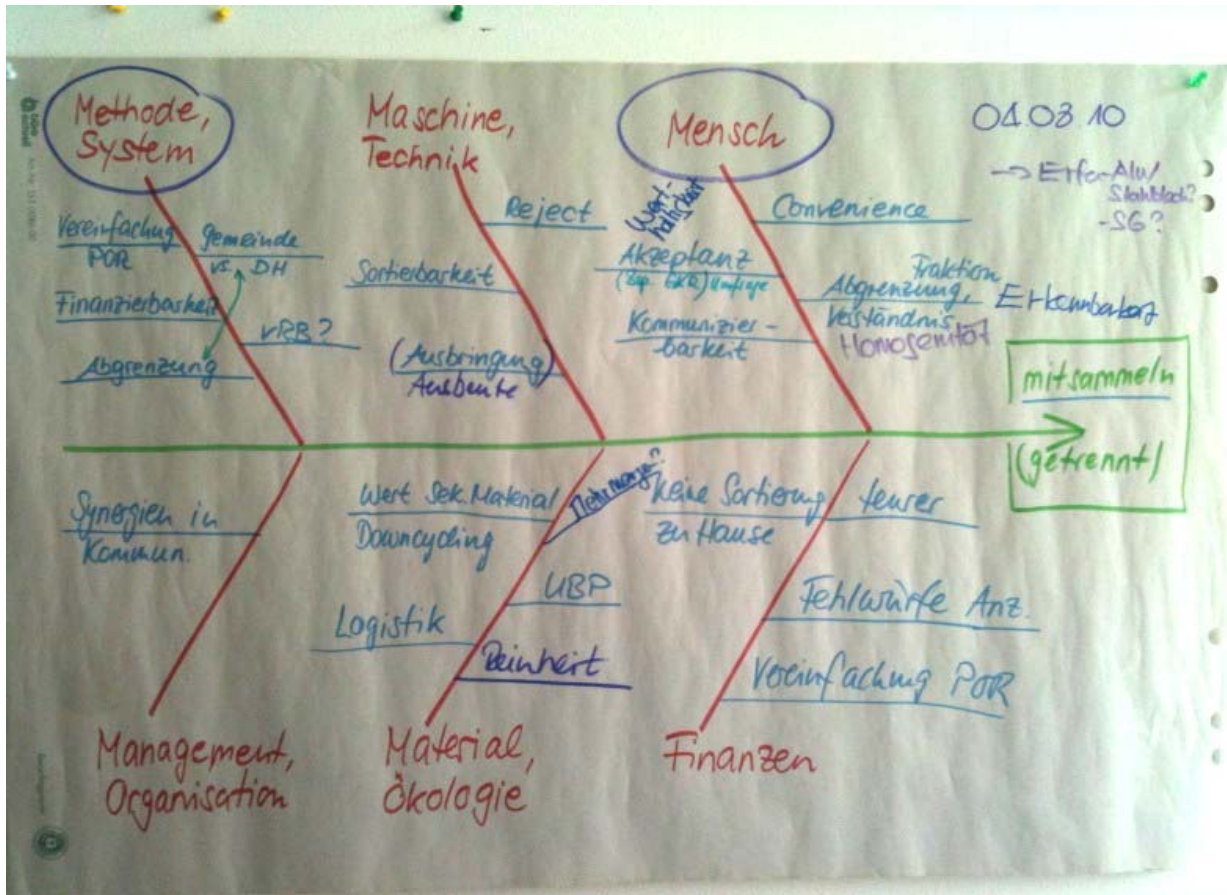


Abbildung 44 Fischgrät-Diagramm Getrennt- vs. Gemischtsammlung

# 15 Anhang – Haushaltsnahe Sammlung

## 15.1 Definition und Einführung

Unter dem Begriff „haushaltsnahe Sammlung“ verstehen wir ein Hol-System für Abfälle und/oder Wertstoffe bei den Haushalten. Analog dem Kehrichtsack wird ein Wertstoffsack direkt vor der Haustüre beim Haushalt abgeholt. Bereits heute werden in der Schweiz Wertstoffe haushaltsnah gesammelt. In vielen Gemeinden wird zum Beispiel das Papier und der Karton in regelmässigen Abständen abgeholt.

In verschiedenen Ländern existieren separate Sammelsysteme für gemischte Wertstofffraktionen, die haushaltsnah abgeholt werden. Das Beispiel „Belgien PMD“ wird hier näher beschrieben:

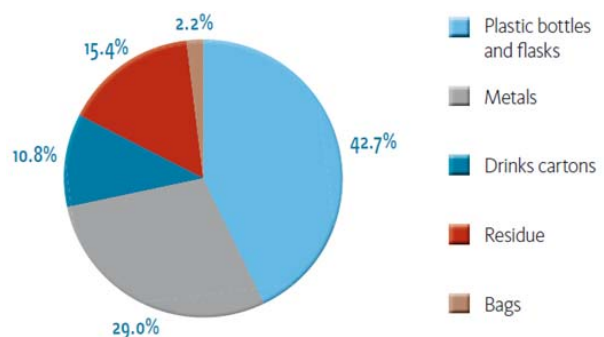
## 15.2 Beispiel Belgien PMD

Belgien verfügt für bestimmte Fraktionen ein haushaltsnahes System namens PMD (steht für Plastic bottles, Metallic packaging und Drinkcartons). Es werden PE- und PET-Flaschen zusammen mit Alu- und Weissblechdosen inkl. Getränkekartons gesammelt. Die dafür eingesetzten 60L-Säcke werden alle zwei Wochen bei den Haushalten abgeholt.

Das PMD-System weist hohe Rücklaufquoten und moderate Kosten aus (wobei diese punkto Vergleichbarkeit, z.B. mit der Schweiz, näher geprüft werden müssten).



Die PMD-Sammlung in Belgien hat über 15% Fremdstoffe drin (Zahlen 2010). Es ist anzunehmen, dass der Fremdstoffanteil in einer Gemischt-Sammlung tendenziell zunimmt. Dies hängt stark mit der Zusammensetzung der Fraktionen, der spezifischen Kommunikation und mit der gewachsenen Kultur bei Separatsammlungen zusammen.



Interessant ist in Belgien zudem, dass trotz ausgebauten Rückgabemöglichkeiten in Werkhöfen (überwachte Sammelstellen in Gemeinden) weiterhin ca. 85% der Bevölkerung das Hohlsystem benutzen. Das heisst, die grundsätzliche Einfachheit eines Hol-Systems scheint gegenüber der zeitlichen Flexibilität des Bring-Systems zu überwiegen.

### 15.3 Umsetzung in der Schweiz?

Was würde die Umsetzung eines solchen Systems für die Schweiz bedeuten? Zuerst stellt sich einmal die Frage nach den mit diesem System erfassten Fraktionen. Hierfür gelten die ausgeführten Bedingungen und Restriktionen bezüglich Kompatibilität, z.B. in der Sortierung (siehe Kapitel 3). Weiterhin von den Fraktionen abhängig ist die kritische Mindestmenge. Wieviele Fraktionen müssten so erfasst werden, damit ein Haushalt z.B. in 2 Wochen einen 35L-Sack füllen kann? Die Kosten eines solchen Systems hängen stark von einer effizienten Sammellogistik ab, die wiederum stark von den Mengen abhängt.

Da die haushaltsnahe Sammlung nur am Rande Bestandteil dieser Studie ist, beschränken wir uns hier auf eine erste grobe Bewertung:

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Convenience“ für Konsumierende</li> <li>• Synergien in den Prozessen, z.B. Logistik, Kommunikation</li> <li>• Fragestellung Sammlung Detailhandel und / oder Gemeinde fällt weg (nur ein Sammelkanal)</li> <li>• Verursachergerechte Finanzierung über Sack möglich</li> <li>• ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilweise längere Verweildauer im Haushalt (Geruch)?</li> <li>• Platz und Erscheinungsbild Säcke bzw. Container vor den Gebäuden</li> <li>• Tendenz: je mehr Fraktionen zusammen gesammelt, desto mehr Fremdmaterial</li> <li>• Umsetzung erfordert breite Einbindung der Anspruchsgruppen (Zeitfaktor, hoher Veränderungsgrad)</li> <li>• ...</li> </ul>

Wie sich die Konsumierenden bei einer solchen haushaltsnahen Gemischtsammlung verhalten, müsste genauer untersucht werden (Motivation Separatsammlung, Auswirkungen auf Fremdmaterial etc.).

Wir denken, gerade für neue potentielle Sammelfraktionen kann eine haushaltsnahe Sammlung eine interessante Option sein.

# 16 Anhang – Workshop vom 22.10.2010

## Programm:

### Programm

Was / Wer	Details / Stichworte	Zeit
Eintreffen	Begrüßungskaffee	09h00-09h30
<b>Begrüßung</b> Sibyl Anwander	<b>Ausgangslage Interessengemeinschaft Detailhandel Schweiz</b>	09h30-09h45
<b>Einführung</b> Alex Bukowiecki	<b>Separatsammlungen - Sicht Kommunale Infrastruktur</b>	09h45-10h00
<b>Projekt-Übersicht</b> Christine Wiederkehr-Luther	<b>Einführung ins Projekt, Aufgabenstellung, Ziele und Systemgrenzen</b>	10h00-10h15
<b>Tour d'horizon</b> Patrik Geisselhardt	<b>Einführung und Inputs einzelne Workshops</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• WS 1: Welche Potentiale neuer Separatsammlungen?</li> <li>• WS 2: Welche Vereinfachungen, mögliche Szenarien?</li> <li>• WS 3: Rolle und Akzeptanz der Konsumierenden / Anspruchsgruppen?</li> <li>• WS 4: Gesamtbeurteilung möglicher Systeme, Fuzzy-Set, Relevanz statt Genauigkeit?</li> <li>• WS 5: Weiteres Vorgehen, Regelung Systemverantwortlichkeit?</li> </ul>	10h15-11h15 inkl. Pause
<b>Analyse</b> Raymond Schelker	<b>Vorgehensmethodik und Resultate der IST-Analyse</b>	11h15-11h30
<b>Potentiale</b> Raymond Schelker	<b>Welche möglichen neuen Fraktionen? Ökonomische, ökologische Bewertung</b>	11h30-11h45
<b>Vereinfachungen</b> Patrik Geisselhardt	<b>Welche Vereinfachungen, mögliche Szenarien? Ökonomische, ökologische Bewertung</b>	11h45-12h00
<b>Diskussion / Workshops</b>	<b>Diskussion Referate und Ablauf Nachmittag mit Workshops</b>	12h00-12h15
Mittagessen	Buffet im Foyer	12h15-13h15
<b>Workshops</b>	Bearbeitung der Workshop-Themen, Teilnehmende auf die fünf Workshops aufgeteilt	13h15-14h30
<b>Präsentation Workshops</b>	<b>Vorstellung der Resultate einzelne Workshops durch Moderatoren</b>	14h30-15h45
Pause	Kurze Pause und Vorbereitung Fazit / Abschluss	15h45-16h00
<b>Fazit Workshops</b> Patrik Geisselhardt	<b>Fazit und Lernfelder aus den einzelnen Workshops</b>	16h00-16h15
<b>Abschluss</b> Sibyl Anwander	<b>Review Erwartungen, Ziele, Workshop und Ausblick</b>	16h15-16h30

## Teilnehmende:

AWEL Brigitte Fischer	AWEL Alois Villiger
BAFU Isabelle Baudin	BAFU Michel Monteil
BINA Ralf Boss	Carbotech Fredy Dinkel
Cemsuisse Heiner Widmer	Coop, Basel Sibyl Anwander
Coop, Basel Bruno Cabernard	Coop, Basel Christian Rüttimann
Coop, Gossau George Weber	CWK-SCS Martin Blum
CIRTD Adrian Ramseyer	Denner Christian Schmid
Entsorgung + Recycling Stadt Bern Christian Jordi	Ferro Recycling Rudolf Müller
Ferro Recycling Peter Dubs	Tetra Pak Heike Schiffler
Tetra Pak Katharina Schenk	Tetra Pak Josef Meyer
SIG Combibloc Silvia Scherholz	SIG Combibloc Kurt Kuhn
Igora Genossenschaft Markus Tavernier	Igora Genossenschaft Chris Ruegg
InnoRecycling Markus Tonner	Inobat Miklos Nagy
KI, Kommunale Infrastruktur Alex Bukowiecki	Manor Stefanie Schmid
Manor Thomas Metzger	MGB Sabine Huber
MGB Christine Wiederkehr-Luther	MGB Dieter Bürgi
Mifa Elke Wagner	Migros Luzern Josef Amrhein
Migros Ostschweiz Robert Zwingli	PUSCH Esther Delli Santi
REDILO Raymond Schelker	REDILO Roland Tischer
REDILO Patrik Geisselhardt	Steiner ökoimpulse Annetta Steiner
Swiss Recycling Isabelle Marthaler	VBSA Peter Steiner
PET Recycling Schweiz René Herzog	ZEBA Hans Ulrich Schwarzenbach

# Matrix-Vorlage (an Teilnehmende verteilt):

## Übersicht Potentiale und Matrix Projekt Vereinfachung Separatsammlungen IG DHS



Stand:

25.11.2010

Potentiale		Szenarien																	
Matrix Potentiale / Vereinfachung	Ergiebigkeit (t/a)*	Neu	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	...	
1	PET-Getränkflaschen	40'000																	
2	PE-Milchprodukte-Flaschen	6'000																	
3	Kunststoff-Flaschen (inkl. Non-Food, PE, PET, PP)	10'000																	
4	Getränkkarton	25'000																	
5	Glas (hauptsächlich Flaschen)	350'000																	
6	Alu / Weissblech	20'000																	
7	Kaffee-Kapseln (Alu / Kaffee oder PP / Kaffee)	25'000																	
8	Papier / Karton	1'400'000																	
9	Grüngut	1'000'000																	
10	E + E-Geräte	110'000																	
11	Textilien	50'000																	
12	Batterien	2'500																	
13	CDs	3'000																	
14	Kunststoff-Schalen, -Becher, -Dosen (PE, PET, PP, PG)	45'000																	
15	Kunststoff-Folien Haushalte (PE, PET, PP, Verbunde)	50'000																	
16	Kunststoff-Tragtaschen Haushalte (PE, PP)	15'000																	
...	...	...																	
...	...	...																	
...	...	...																	
...	...	...																	
	<b>Total Ergiebigkeit t/a</b>	<b>3'151'500</b>																	
a	Sammlung im Kanal:	Detailhandel																	
b		Gemeinde																	
c		Haushaltsnah																	
c		...																	

\* Sammelmenge (IST) oder Potentialmenge (Neu)

Abbildung 45 Matrix-Vorlage Vereinfachungen für Workshop 22.10.2010

# 17 Anhang – Marktschätzung Kunststoff-Hohlkörper

Im Rahmen dieses Projektes ist eine Umfrage bei den Mitgliedern der IG DHS zu der Kunststoff-Hohlkörpermenge in der Schweiz durchgeführt worden.

Die Zahlen bestätigen die Annahmen:

- Die Kunststoff-Hohlkörper-Fraktion ohne PET-Getränkeflaschen und PE-Milch ist in etwa gleich gross wie die PE-Milchfraktion.
- Die PE-Milchfraktion ist homogen - die Kunststoff-Hohlkörperfraktion recht heterogen (Anteil PET steigend).

Nachfolgend die Jahresmengen in Tonnen (Basis 2010) der einzelnen Hohlkörper-Fractionen:



18.01.2011

Übersicht Resultate / Kommentare	Jahresmengen in t
- Milchprodukte	6'360
- Weitere Food-Produkte wie Saucen, Essig, Oel etc.	2'366
<b>- Total Food</b>	<b>8'726</b>
- Reinigung / Waschmittel	3'150
- Körper- / Pflegemittel	3'850
- Diverse Produkte	50
<b>- Total Non-Food</b>	<b>7'050</b>
<b>- Total Kunststoff-Hohlkörper (ohne PET-Getränkeflaschen)</b>	<b>15'776</b>
<b>- Total Kunststoff-Hohlkörper ohne Milchprodukte (ohne PET)</b>	<b>9'416</b>
- Durchschnitt aller Hohlkörper in gr.	36
- Anteil PE Food und Non-Food	55%
- Anteil PET Food und Non-Food	25%
- Anteil PP Food und Non-Food	10%
- Anteil Verbund (PET, PE, PP, PA, EVOH...) Food und Non-Food	10%
- Anteil PE ohne PE-Milch	35%
- Anteil PET ohne PE-Milch	35%
- Anteil PP ohne PE-Milch	15%
- Anteil Verbund ohne PE-Milch	15%
- Milchbereich = heute noch homogene Fraktion (meist PE, im Ausland vermehrt PET)	
- Rest KST-Hohlkörper vermehrt heterogen = PE, PET, PP und Verbunde	

Abbildung 46 Tabelle Marktschätzung Kunststoff-Hohlkörper

# 18 Anhang – Abkürzungen / Begriffe

Was	Details
A-PET	Amorphes Polyester
ARA	Altstoff Recycling Austria AG
ArG	Arbeitsgruppe
BAFU	Bundesamt für Umwelt
B2B	Bottle-to-Bottle (geschlossener Kreislauf)
Bioplastics	Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen und / oder biologisch abbaubar (können auch synthetisch sein)
ChemRRV	Chemikalien-Reduktions-Verordnung
Cross-Kontamination	Einbringung Stör-/Schadstoffe bzw. Verschmutzung durch Gemischt-Sammlung
EPRO	European Association of Plastics Recycling and Recovery Organisations
EVOH	Ethylen-Vinylalkohol-Copolymer
DH	Detailhandel
E + E	Elektro und Elektronik
Ferro	Sammelsystem Weissblechdosen
Fuzzy-Set	Ganzheitliches Bewertungs-System komplexer Systeme
Gem. (oder G)	Gemeinde
Geschlossener Kreislauf (closed loop)	Der Kunststoff wird werkstoffliche rezykliert und in gleichen, ähnlichen Märkten wieder eingesetzt
GK	Getränkekarton
G-PET	Glykolmodifiziertes Polyester (Einsatz für Folien)
HH	Haushalte (oder haushaltsnah)
HOK	Hohlkörper
IG DHS	Interessensgemeinschaft Detailhandel Schweiz
Igora	Sammelsystem Alu
Inobat	Sammelsystem Batterien
KI	Kommunale Infrastruktur
KNA	Kosten-Nutzen-Analyse
KST (oder KS)	Kunststoff
KVA	Kehricht-Verbrennungs-Anlage
KVS	Kunststoff Verband Schweiz

LCA	Life Cycle Analysis (Ökobilanz)
NIR	Nah-Infrarot (Schwingungs-Spektrum ca. 200 - 400 nm)
nm	Nanometer (Wellenlängenbereich für NIR, z.B. Infrarot 760 – 2500nm)
NWA	Nutzwertanalyse
PA	Polyamid
PC	Polycarbonat
PE	Polyethylen
PE-LD	Polyethylen low density
PE-HD	Polyethylen linear high density
PET	Polyethylenterephthalat (Polyester)
PLA	Poly-Lactic-Acid, Bio-Plastics
PMD	Plastic bottles, Metallic packaging und Drinking cartons (Sammelsystem in Belgien, Fost Plus)
PMMA	Polymethylmethacrylat
PO	Polyolefin
Polymere	Ein Polymer (altgriech.: poly, viel; meros, Teil) ist eine chemische Verbindung, die aus Ketten- oder verzweigten Molekülen (Makromolekül) besteht, die aus gleichen oder gleichartigen Einheiten (den sogenannten Monomeren) bestehen
POR	Point Of Return
PP	Polypropylen
PRS	Verein PET-Recycling Schweiz
PS	Polystyrol
PUR	Polyurethan (Duroplast)
PVC	Polyvinylchlorid
Regranulat	Granulat, das aus rezykliertem Material besteht
SARS	Sammelsystem Autos
Single Stream	Eine gemischte Sammlung verschiedenster Wertstoffe
SENS	Sammelsystem Elektro-Geräte
SLRS	Sammelsystem Leuchten
SST	Sammelstelle
Standbodenbeutel	Auch: Doy Pack; Siegelrandbeutel mit verstärktem Boden für einen sicheren Stand
SWICO	Sammelsystem Elektronik-Geräte
Thermische Verwertung	Kunststoff dient als Ersatzbrennstoff (z.B. Zementindustrie)
TVA	Technische Verordnung über Abfälle

UBP	Umweltbelastungspunkte
USG	Umweltschutzgesetz
VetroSwiss	Sammelsystem Glas
VGW	Verordnung über Getränkeverpackungen
VREG	Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte
Werkstoffliches Recycling	Es entsteht ein Sekundär-Rohstoff mit gleichen, ähnlichen Eigenschaften wie der Rohstoff
WRAP	Waste & Resources Action Programme (GB)
ZEBA	Zweckverband der Zuger Einwohnergemeinden

# 19 Anhang – Projektorganisation

## **Auftraggeber:**

- IG DHS, vertreten durch Christine Wiederkehr-Luther und Christian Rüttimann

## **Auftragnehmer:**

- REDILO (Projektleitung): Patrik Geisselhardt und Raymond Schelker

## **Reporting:**

- Mehrere Projekt-Status-Sitzungen im Rahmen Auftraggeber / Auftragnehmer
- 12.08.2010, Präsentation Status in Arbeitsgruppe IG DHS
- 22.10.2010, Workshop mit Anspruchsgruppen im Westside, Bern
- Mitte Januar 2011, Entwurf Projektbericht an Auftraggeber
- 26.01.2011, Präsentation in Arbeitsgruppe IG DHS
- 01.03.2011, Präsentation in CEO-Gremium IG DHS
- Mitte März 2011, definitiver Projektbericht an Auftraggeber

# 20 Anhang – REDILO

## Übersicht – Dienstleistung:

REDILO GmbH  
Untere Rainstrasse 20  
6340 Baar

Tel. 043 311 55 66 / Fax 043 311 55 67

info@redilo.ch / www.redilo.ch



*Packaging. Recycling. Solutions.*

Raymond Schelker / Patrik Geisselhardt

Tel. dir. 061 713 18 88 / Tel. dir. 041 712 37 77

schelker@redilo.ch / geisselhardt@redilo.ch

## *Wir über uns*

REDILO ist ein Netzwerk von Spezialisten – jeder für sich ein Praktiker mit langjähriger unternehmerischer Erfahrung; gemeinsam ein kompetentes Team. Wir sind eine herstellerneutrale Anlaufstelle für gesamtheitliche Lösungen. Denn Experimente können Sie sich nicht leisten!

**REDILO** steht für **RE**tro-**DI**stributions-**LO**gistik, d. h., wir bearbeiten die ganze Wertschöpfungskette vom Produkt-Design bis hin zur Wiederverwendung der rezyklierten Stoffe.

## *Unsere Philosophie*

Mit der Herstellung und der Wiederverwertung von Kunststoffen beschäftigen sich Industrien. Doch was geschieht dazwischen? Wie wird aus Abfall eine geschlossene Wertstoff-Kette? Dafür steht REDILO: Erprobte und nachhaltige Wertstoff-Konzepte.

Ihre Leistungsfähigkeit zu optimieren, ist für uns Pflicht. Ebenso stehen wir für eine nachhaltige Entwicklung ein. Die Sicherung der Qualität ist keine Kür, sondern eine unserer Stärken.

## *Dienstleistungen*

Welche Dienstleistungen bieten wir konkret Ihnen an:

- Aufbauen und entwickeln **Sammel- und Recycling-Systeme**;
- Planen und realisieren von **Anlagen** im Bereich Vorstufe Recycling / **Sortierung**;
- **Optimieren** bestehender Systeme und Abläufe;
- Erstellen **Umweltverträglichkeitsberichte** und -prüfungen;
- Unterstützen und durchführen **Ausschreibungen, Wettbewerbe** für Dritte;
- Erstellen und realisieren **Machbarkeitsanalysen** und **Businesspläne**;
- Durchführen **Abfall-Check** (Welche Stoffe können wo, wie verwertet werden?);
- Bewerten und verbessern von **Produkt-Design** (Eco-Design);
- etc.

Unsere Dienstleistungen bieten wir in Form von Workshops, Schulungen und Coaching an. Wir führen Audits durch, übernehmen Verantwortung in Projekten und betreiben auf Mandatsbasis Sammel- und Recycling-Systeme. Nehmen Sie Kontakt mit uns auf. Gemeinsam finden wir eine auf Sie abgestimmte Lösung!

*REDILO - der PARTNER mit praxisbezogener Kompetenz  
in der gesamten Wertschöpfungskette.*