



02.12.2016

Bericht Module 3 + 4 Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz im Auftrag des Runden Tisches Kunststoff unter der Leitung des BAFU mit Stellungnahmen der Mitglieder des Projektausschusses Runder Tisch Kunststoff



Inhaltsverzeichnis:

Vorwort und einleitende Bemerkungen des BAFU zum Bericht Module 3 + 4 Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz (deutsch/französisch/italienisch)

Bericht Module 3 + 4 Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz, Ernst Basler + Partner

Stellungnahme Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich

Stellungnahme Verband der Schweizerischen Cementindustrie

Stellungnahme Coop und Migros

Stellungnahme Organisation Kommunale Infrastruktur

Stellungnahme Swiss Plastics

Stellungnahme Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen

Stellungnahme Verein Kunststoffrecycling Schweiz



Vorwort und einleitende Bemerkungen des BAFU zum Bericht Module 3 + 4 Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz

Der Bericht stellt eine Übersicht und Diskussionsgrundlage für das weitere Vorgehen betreffend die Verwertung von Kunststoffabfällen in der Schweiz dar.

Übersicht zum Bericht

In der Schweiz werden jährlich etwa 1'000'000 Tonnen oder 125 kg Kunststoffe pro Kopf verbraucht (Referenzjahr 2010). Rund 250'000 Tonnen davon gehen jährlich als dauerhafte Produkte ins Zwischenlager (z.B. Kunststoffensterrahmen oder Kabelschutzrohre). 780'000 Tonnen mussten als Abfall entsorgt werden, davon wurden über 80% in Kehrichtverbrennungsanlagen und gut 6% in Zementwerken energetisch verwertet. Etwa 80'000 Tonnen der Kunststoffabfälle wurden stofflich verwertet.

Laut der Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA) sind Abfälle stofflich oder energetisch zu verwerten, wenn eine Verwertung die Umwelt weniger belastet als (a) eine andere Entsorgung und (b) die Herstellung neuer Produkte oder die Beschaffung anderer Brennstoffe. Die Verwertung muss dabei nach dem Stand der Technik erfolgen. Es stellt sich damit die Frage, ob und welche Kunststoffabfälle im Sinne der Schliessung von Stoffkreisläufen vermehrt stofflich verwertet beziehungsweise zunehmend auch als alternative Brennstoffe in Schweizer Zementwerken eingesetzt werden könnten. Dieser Frage widmet sich der Bericht von Ernst Basler + Partner zu den Modulen 3 + 4 des Projekts „Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz“. Für die Berechnung der Ökobilanzen sowie für die verschiedenen Verwertungsszenarien mussten Annahmen getroffen werden. Diese Annahmen sind Einschätzungen, welche im Einzelfall differenziert betrachtet werden müssen. Ebenfalls wurden die gewählten Szenarien mit Blick auf die Situation im europapolitischen Kontext gewählt. Dabei ist festzuhalten, dass die Schweiz eine andere Ausgangssituation hat, da für die Entsorgung brennbarer Siedlungsabfälle genügend Verbrennungskapazitäten zur Verfügung stehen. Im Ausland wird mit dem Recycling von Kunststoffabfällen oft die Deponierung verhindert.

Die Veröffentlichung des Berichtes von Ernst Basler + Partner erfolgt bewusst mit Stellungnahmen der Mitglieder des Projektausschusses des „Runden Tisches Kunststoffe“, um die verschiedenen – sich zum Teil widersprechenden – Positionen darzustellen.

Wem gehören die Kunststoffabfälle?

Die Frage, ob Kunststoffabfälle vom Inhaber entsorgt werden müssen oder ob sie unter das Entsorgungsmonopol der Kantone fallen, ist sehr aktuell. Das Umweltschutzgesetz (USG) hält fest, dass die Kantone für die Entsorgung der Siedlungsabfälle zuständig sind. Sie sind auch verpflichtet dafür zu sorgen, dass diese Abfälle umweltverträglich entsorgt werden. Das USG lässt den Kantonen aber bewusst einen grossen Spielraum bei der Ausgestaltung der Entsorgungssysteme und der Wahl der damit betroffenen Akteure. Die Kantone haben keine Pflicht ihr Entsorgungsmonopol auszuüben. In der Regel delegieren die Kantone das Entsorgungsmonopol an die Gemeinden. Diese wenden es im Hinblick auf pragmatische, umweltverträgliche Lösungen situativ angepasst an. So gestatten viele Gemeinden den ansässigen Kleinunternehmen, ihre Siedlungsabfälle selber zu entsorgen. Dieses Regelungsmodell findet auch mit der neuen VVEA weiterhin Anwendung. Viele Kantone und Gemeinden tolerieren es, dass private Unternehmen Kunststoffabfälle aus Haushalten sammeln, obwohl diese unbestritten dem Entsorgungsmonopol der Kantone unterstehen.

In der VVEA wird der Begriff Siedlungsabfälle neu definiert. Unternehmen mit 250 oder mehr Vollzeitstellen fallen ab dem Jahr 2019 nicht mehr unter das Entsorgungsmonopol der Kantone. Das gilt auch, wenn sie eine vergleichbare Zusammensetzung wie die Abfälle aus den Haushalten aufweisen. Diese Abfälle sind vom Inhaber selber zu entsorgen. Gemäss der VVEA müssen solche Unternehmen verwertbare Anteile ihrer Abfälle, die von der Zusammensetzung her mit Siedlungsabfällen vergleichbar sind, so weit wie möglich und sinnvoll getrennt sammeln und stofflich verwerten. Diese Regelung gilt auch für Kunststoffabfälle.

Sammlung von Kunststoffabfällen aus Haushalten

Die Forderung nach einer umfassenden Sammlung und Verwertung von Kunststoffabfällen aus Haushalten ist ein aktuelles Thema. Es besteht aber ein Unterschied zwischen Kunststoffabfällen aus Haushalten und aus Industrie und Gewerbe. Die Kunststoffabfälle letzterer Herkunft fallen in der Regel in grösseren Mengen, meist homogen (gleicher Kunststofftyp) und zum Teil unverschmutzt (z.B. Wickelfolien von Paletten) an. Sie eignen sich besser für die stoffliche Verwertung als die oft verschmutzten und heterogenen, d.h. aus verschiedenen Kunststofftypen bestehenden Kunststoffabfälle aus Haushalten. Die Recycling-Potentiale müssen von Fall zu Fall mittels Ökobilanzen analysiert werden. Die heutige Situation zeigt, dass bei der Sammlung verschiedenster Kunststoffabfälle aus Haushalten mit nachträglicher Sortierung nur rund 50% der Kunststoffe stofflich verwertet werden können. Die Restfraktion muss energetisch entweder in einer KVA oder in einem Zementwerk verwertet werden.

Bei den Kunststoffabfällen aus Haushalten besteht ein Potential vor allem bei Kunststoff-Flaschen, wie z.B. Shampoo-Flaschen oder Behälter von Reinigungsmittel. Der Detailhandel in der Schweiz bietet aus Eigeninitiative eine flächendeckende selektive Sammlung dieser meist aus Polyethylen-Kunststoff bestehenden Behälter an und übernimmt die Finanzierung der Sammel- und Verwertungstätigkeiten vollständig. Dieses Vorgehen entspricht dem Grundgedanken, dass die Wirtschaft und der Handel auf Basis von freiwilligen, wirkungseffizienten Massnahmen Sammelsysteme für eine ökologisch sowie ökonomisch sinnvolle Verwertung aufbauen.

Die Bevölkerung hat das Bedürfnis, nebst PET-Getränkeflaschen weitere Kunststoffabfälle zu sammeln und zu verwerten. Es existieren verschiedenste Ansätze, diesem Anliegen entgegenzukommen. Einige Kantone überlassen privaten Unternehmen die Sammeltätigkeit, andere Kantone lassen dies nicht zu. Für die Abfallverbände der Zentralschweiz beispielsweise steht angesichts der hohen Energie-Effizienz der neuen Renergia in Perlen die Einführung einer Separatsammlung von Kunststoffen nicht im Vordergrund. Ein weiteres Beispiel ist das gemeinsame Pilotprojekt des Zweckverbandes Abfallverwertung Bazenheid ZAB sowie des Verbandes KVA Thurgau. Sie haben einen einheitlichen Sammelsack eingeführt. Die Kunststoffe werden sortiert und der stofflichen Verwertung und der Ausschuss der energetischen Verwertung zugeführt.

Rahmenbedingungen

Die Diskussionen zum Thema Verwertung von Kunststoffabfällen müssen unter Einbezug von externen Rahmenbedingungen geführt werden. Explizit sind das folgende Rahmenbedingungen:

- eine Kosten-Nutzen-Analyse,
- Finanzierungssysteme,
- die Diskussionen im Parlament, die im Rahmen der Revision der TVA und der vom Parlament abgelehnten Revision des USG geführt wurden, wonach in erster Linie die Privatwirtschaft mittels freiwilliger Massnahmen anstehenden Herausforderungen im Umweltbereich begegnen soll. Erst wenn diese Massnahmen nicht ausreichend sind, soll der Bund subsidiär Massnahmen ergreifen, wie z.B. eine Sammelpflicht einführen,
- die Frankenstärke
- der zurzeit tiefe Erdölpreis
- der Primär- resp. Sekundärpreis der jeweiligen Kunststoffe

Ausblick

Heute können wir festhalten, dass die stoffliche Verwertung von Kunststoffen aus ökologischer Sicht grundsätzlich vorteilhaft sein kann. Die Kantone werden bei Entscheidungen für eine weiterführende Verwertung von Kunststoffabfällen aus Haushalten zusätzlich ökonomische und regionale Gegebenheiten einbeziehen müssen. Die Sicherung der nötigen Basis-Entsorgungsinfrastruktur darf dabei nicht ausser Acht gelassen werden.

Die selektive Separatsammlung von Wertstoffen resultiert in hohen stofflichen Verwertungsraten. Die bestehenden Systeme wie die separate Verwertung von PET-Getränkeflaschen und neu die vom Handel initiierte Sammlung von Kunststoff-Flaschen sollen nicht gefährdet werden. Zentral ist die weitere Etablierung des Angebots zur Verwertung von Kunststoff-Flaschen aus Haushalten und eine Optimierung der stofflichen Verwertung dieser Kunststoffe. Als Ziel wird eine stoffliche Verwertungsrate von mindestens 70% bezogen auf die separat gesammelten Kunststoffe vorgeschlagen.

Eine wichtige Aufgabe wird die Information und Sensibilisierung zur sinnvollen Kunststoffverwertung aus Haushalten sein. Die Bevölkerung muss neutral und umfassend über die heutigen Möglichkeiten der stofflichen Verwertung von Kunststoffabfällen aus Haushalten informiert werden. Gemeint sind verlässliche und verständliche Informationen zur Ökoeffizienz, Kostentransparenz und korrekte Informationen über die erzielten stofflichen Verwertungsraten und Recyclingprodukte. Hier sind sowohl die Behörden als auch der Handel gefordert.

Bei den Kunststoffen aus Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft bleibt der Fokus auf der stofflichen Verwertung von Folien. Die stoffliche Verwertung von Folien aus Industrie, Gewerbe und Landwirtschaft leistet einen wichtigen Beitrag zur Verwertung von Kunststoffabfällen.

Dieser Bericht mit den Stellungnahmen der Stakeholder zeigt, dass neben technischen Einschränkungen bei der Kunststoffverwertung vor allem marktwirtschaftliche Interessen der verschiedenen Stakeholder eine dominierende Rolle spielen können. Die künftigen Entwicklungen bei der Kunststoffverwertung werden unter den aufgeführten Bedingungen und Einschränkungen stattfinden sowie auf die Marktkonditionen reagieren.

Bundesamt für Umwelt

Karine Siegwart
Vizedirektorin



Avant-propos et observations liminaires de l'OFEV relatifs au rapport sur les modules 3 et 4 du projet Valorisation des matières plastiques en Suisse

Le rapport constitue une vue d'ensemble et une base de discussion pour la suite de la procédure relative à la valorisation des déchets plastiques en Suisse.

Vue d'ensemble

Environ un million de tonnes de matières plastiques sont consommées en Suisse, soit 125 kg par personne (année de référence 2010). Près de 250 000 tonnes par an sont stockées temporairement sous forme de produits à longue durée de vie (p. ex. cadres de fenêtres en plastique, protège-câbles). 780 000 tonnes de déchets ont été éliminés en 2010, environ 80 % ont été valorisés énergétiquement par les usines d'incinération et environ 6% par cimenteries. Environ 80 000 tonnes font l'objet d'une valorisation matière.

Selon l'ordonnance sur la limitation et l'élimination des déchets (OLED), les déchets doivent faire l'objet d'une valorisation matière ou énergétique, si une valorisation est plus respectueuse de l'environnement (a) qu'un autre mode d'élimination et (b) que la fabrication de produits nouveaux ou l'acquisition d'autres combustibles. La valorisation doit se faire conformément à l'état de la technique. Dans une optique de fermeture du cycle des matières, il s'agit d'une part de déterminer si les déchets plastiques peuvent être davantage recyclés ou valorisés énergétiquement en étant utilisés comme combustibles dans des cimenteries suisses au lieu de les valoriser énergétiquement en usine d'incinération comme c'est le cas actuellement pour la plupart des types plastiques. D'autre part, cette étude doit permettre de définir quels types de plastique sont les plus adaptés pour l'une ou l'autre de ces filières. Le rapport élaboré par Ernst Basler + Partner pour les modules 3 et 4 du projet « Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz » a comme but d'apporter des éléments de réponses à ces questions. Des hypothèses ont été formulées pour élaborer les scénarios de valorisation et calculer les écobilans. Elles constituent des estimations qui doivent être considérées de manière différenciée pour chaque cas particulier. Les scénarios de valorisation ont été choisis au vue du contexte politique en Europe. Il convient de relever que la Suisse a une position initiale différente puisque les capacités d'incinération disponibles pour l'élimination des déchets urbains sont suffisantes. À l'étranger, le recyclage des déchets plastiques permet la plupart du temps d'éviter le stockage définitif.

Afin d'illustrer les différents points de vue, parfois contradictoires, le rapport Ernst Basler + Partner est intentionnellement publié en même temps que les prises de position des membres du groupe de projet « Table ronde sur le recyclage des matières plastiques ».

À qui appartiennent les déchets plastiques?

La question de savoir si l'élimination des déchets plastiques incombe à leur propriétaire ou aux cantons, qui en ont le monopole, est un sujet d'actualité. La loi sur la protection de l'environnement (LPE) énonce que les cantons sont responsables de l'élimination des déchets urbains et sont tenus de veiller à ce que l'élimination des déchets s'effectue dans le respect de l'environnement. La LPE leur laisse toutefois une grande marge de manœuvre pour la conception des systèmes d'élimination et le choix des acteurs. Les cantons n'ont en effet pas l'obligation d'assurer eux-mêmes l'élimination. Ils délèguent généralement cette tâche aux communes, qui optent pour des solutions pragmatiques et respectueuses de l'environnement. Ainsi, de nombreuses communes permettent aux entreprises privées établies sur leur territoire d'éliminer elles-mêmes leurs déchets urbains. Ce modèle de réglementation subsiste avec l'OLED (nouvelle OTD). Nombre de cantons et de communes tolèrent de surcroît que des entreprises privées collectent les déchets plastiques provenant des ménages bien que l'élimination de ce type de déchets constitue un monopole d'État.

L'OLED redéfinit la notion de déchets urbains. Dès 2019, le monopole d'État pour l'élimination des déchets urbains, assuré par les cantons, ne s'applique plus aux déchets des entreprises qui comptent 250 postes et plus à plein temps, même si la composition de leurs déchets est comparable à celle des ménages. L'élimination de ces déchets incombe à leur propriétaire. Selon l'OLED, les entreprises concernées doivent, dans la mesure du possible et si cela se justifie, collecter sélectivement et recycler les fractions de déchets qui, du point de vue de leur composition, sont comparables à des déchets urbains. Cette réglementation s'applique également aux déchets plastiques.

Collecte de déchets plastiques provenant des ménages

La collecte et la valorisation des déchets plastiques provenant des ménages est un thème d'actualité. Il existe toutefois une différence entre les déchets plastiques des ménages et ceux résultant d'activités industrielles et artisanales. Ces derniers sont généralement produits en grandes quantités et sont la plupart du temps homogènes (même type de matière plastique) et propres (p. ex. films plastiques pour emballer des palettes). Ces plastiques se prêtent mieux au recyclage que ceux des ménages, souvent sales et hétérogènes (composés de différents types de plastiques). Les potentiels de recyclage doivent être analysés au cas par cas par des écobilans. En effet, la situation actuelle montre qu'après avoir été triés, seuls 50 % des matières plastiques mélangées provenant des ménages peuvent faire l'objet d'un recyclage. La fraction restante doit être valorisée thermiquement soit dans une UIOM, soit dans des cimenteries.

En ce qui concerne les déchets plastiques des ménages, ce sont les bouteilles en plastique ou flaconnage (p. ex. bouteilles de shampoing ou récipients de produits de nettoyage) qui ont un grand potentiel de valorisation matière. Le commerce de détail suisse propose de sa propre initiative une collecte sélective de ce type de contenants (généralement en polyéthylène) et prend intégralement en charge le financement de la collecte et de la valorisation de ces plastiques. Cette approche correspond à l'idée selon laquelle l'économie et le commerce mettent en place des systèmes de collecte pour une valorisation judicieuse d'un point de vue écologique et économique sur la base de mesures volontaires et efficaces.

La population souhaite que la collecte et la valorisation des déchets plastiques ne se limitent pas aux bouteilles en PET. Des approches très variées s'efforcent de répondre à cette demande. Certains cantons délèguent la collecte des déchets plastiques à des entreprises privées, d'autres s'y opposent. Les associations de gestion des déchets de Suisse centrale, par exemple, estiment que l'introduction d'une collecte séparée des matières plastiques n'est pas prioritaire au vu du rendement énergétique remarquable de la nouvelle UIOM Renergia de Perlen. Autre exemple : le projet pilote de l'association de valorisation des déchets de Bazenhaid (ZAB) et de l'association de l'usine d'incinération des ordures ménagères de Thurgovie (KVA Thurgau), qui propose la vente d'un sac de collecte unique : les matières plastiques sont triées a posteriori et recyclées tandis que le rebut est valorisé thermiquement.

Conditions-cadres

Le débat sur la valorisation des déchets plastiques doit tenir compte des conditions-cadres externes, à savoir :

- l'analyse coûts-bénéfices ;
- les systèmes de financement ;
- les débats parlementaires autour de la révision de l'OTD et du refus de réviser la LPE, selon lesquels les défis actuels dans le domaine de l'environnement doivent être en priorité relevés par l'économie privée au moyen de mesures volontaires. La Confédération est invitée à intervenir subsidiairement (p. ex. en introduisant une collecte obligatoire) uniquement si les mesures de l'économie privée se révèlent insuffisantes ;
- le franc fort ;
- le faible prix actuel du pétrole, et
- le prix des matières plastiques premières et secondaires.

Perspectives

À l'heure actuelle, il est permis de dire qu'en principe le recyclage des matières plastiques peut être avantageux pour l'environnement. Si les cantons décident de développer la valorisation des déchets plastiques provenant des ménages, ils devront également tenir compte de réalités économiques et régionales. L'infrastructure de base nécessaire à l'élimination des déchets ne saurait être négligée.

La collecte séparée de matières valorisables permet d'atteindre des taux élevés de recyclage. Les systèmes actuels de collecte séparée et de recyclage des bouteilles en PET et de collecte des bouteilles en plastique, proposée depuis peu par la grande distribution, ne doivent pas être menacés. Le développement des possibilités de valorisation des bouteilles en plastique provenant des ménages et l'optimisation de leur recyclage revêtent une importance majeure. L'objectif consiste à atteindre un taux de recyclage de 70 % au minimum pour les matières plastiques collectées séparément.

Renseigner le public, le sensibiliser à l'enjeu d'une valorisation judicieuse des matières plastiques provenant des ménages constituera une tâche importante. La population doit être informée objectivement et de manière détaillée des possibilités actuelles. On entend par là qu'elle doit recevoir une information fiable et accessible sur l'éco-efficacité, être renseignée en toute transparence sur les coûts et obtenir des données précises sur les produits recyclés et sur les taux de recyclage atteints. Une implication des pouvoirs publics et du secteur du commerce est ici requise.

En ce qui concerne les matières plastiques issues de l'industrie, de l'artisanat et de l'agriculture, le recyclage des films plastiques est prioritaire et contribue pour une large part à la valorisation des déchets plastiques.

Ce rapport ainsi que les prises de position exprimées mettent en évidence que la valorisation des matières plastiques dépend, certes, des possibilités techniques, mais surtout des intérêts économiques des parties prenantes. Les développements dans ce domaine répondront aux conditions et limitations énoncées ainsi qu'aux évolutions du marché.

Office fédéral de l'environnement

Karine Siegwart
Sous-directrice



Prefazione e note introduttive dell'UFAM sul rapporto relativo ai moduli 3 e 4 del progetto «Valorizzazione dei rifiuti di plastica in Svizzera»

Il rapporto fornisce una panoramica e costituisce una base per discutere le azioni future in materia di valorizzazione dei rifiuti di plastica in Svizzera.

Compendio

Nel 2010 in Svizzera sono state utilizzate circa un milione di tonnellate di materie plastiche, pari a 125 chilogrammi pro capite. Ogni anno, circa 250 000 tonnellate vengono stoccate provvisoriamente come prodotti durevoli (p. es. telai in plastica per finestre o tubi di protezione per cavi). 780 000 tonnellate sono state smaltite come rifiuti, di cui oltre l'80 per cento è stato valorizzato dal punto di vista energetico in impianti di incenerimento dei rifiuti urbani e più del 6 per cento in cementifici. Circa 80 000 tonnellate sono state riciclate.

Secondo l'ordinanza sulla prevenzione e lo smaltimento dei rifiuti (OPSR), il contenuto energetico o materiale dei rifiuti deve essere riciclato se il riciclaggio garantisce un minor inquinamento dell'ambiente rispetto (a) ad altri metodi di smaltimento e (b) alla fabbricazione di nuovi prodotti o al reperimento di altri combustibili. Il riciclaggio deve avvenire secondo lo stato della tecnica. A questo punto sorge la domanda su quali rifiuti di plastica converrebbe riciclare maggiormente o utilizzare in misura maggiore come combustibile alternativo nei cementifici svizzeri per chiudere i cicli dei materiali. Il rapporto elaborato da Ernst Basler + Partner relativo ai moduli 3 e 4 del progetto «Valorizzazione dei rifiuti di plastica in Svizzera» affronta tale questione. Per il calcolo degli ecobilanci e per la definizione dei diversi scenari è stato necessario avanzare delle ipotesi, ossia stime differenziate per ogni singolo caso. Inoltre gli scenari sono anche stati scelti tenendo conto del contesto della politica europea. A questo proposito va considerato che la situazione di partenza della Svizzera è diversa, poiché si dispongono di sufficienti capacità di incenerimento per lo smaltimento dei rifiuti urbani combustibili. All'estero, con il riciclaggio dei rifiuti di plastica viene spesso evitato il collocamento in discarica.

Si è deciso di includere nel rapporto della Ernst Basler + Partner anche le prese di posizione dei membri del comitato di progetto «Tavola rotonda sulle materie plastiche» per illustrare le diverse posizioni, in parte contrastanti.

A chi appartengono i rifiuti di plastica?

La questione se spetta al proprietario smaltire i rifiuti di plastica oppure se questi ultimi rientrano nel monopolio di smaltimento dei Cantoni è di estrema attualità. La legge sulla protezione dell'ambiente (LPAmb) sancisce che i Cantoni sono responsabili dello smaltimento dei rifiuti urbani e devono vigilare affinché vengano smaltiti in modo rispettoso dell'ambiente. La LPAmb lascia volutamente un grande margine di discrezionalità ai Cantoni per l'allestimento dei sistemi di smaltimento e la selezione degli attori interessati. I Cantoni non sono obbligati a esercitare il loro monopolio di smaltimento e di regola lo delegano ai Comuni. Questi ultimi lo esercitano in modo adeguato alle situazioni applicando soluzioni pragmatiche e rispettose dell'ambiente. Numerosi Comuni consentono alle piccole imprese attive sul loro territorio di smaltire esse stesse i propri rifiuti urbani. Questo modello di regolamentazione continua a essere applicato anche con la nuova OPSR. Numerosi Cantoni e Comuni tollerano che le imprese private raccolgano i rifiuti di plastica provenienti dalle economie domestiche, nonostante questa categoria di rifiuti rientri indiscutibilmente nel monopolio di smaltimento dei Cantoni.

L'OPSR propone una nuova definizione di rifiuti urbani. Dal 2019, le imprese con 250 o più posti a tempo pieno non rientreranno più nel monopolio di smaltimento dei Cantoni. Questo vale anche per i rifiuti aventi una composizione analoga a quelli provenienti dalle economie domestiche. Detti rifiuti devono essere smaltiti direttamente dal proprietario. Secondo l'OPSR tali imprese devono per quanto possibile raccogliere separatamente e riciclare le frazioni riciclabili contenute nei loro rifiuti che sono paragonabili per composizione ai rifiuti urbani. Questa regolamentazione vale anche per i rifiuti di plastica.

Raccolta dei rifiuti di plastica provenienti dalle economie domestiche

La richiesta di una raccolta e di un riciclaggio integrali dei rifiuti di plastica provenienti dalle economie domestiche è un tema di attualità. Occorre tuttavia distinguere i rifiuti di plastica provenienti dalle economie domestiche da quelli derivanti dall'industria e dall'artigianato. Questi ultimi, prodotti di regola in grandi quantità, sono perlopiù omogenei (stesso tipo di plastica) e in parte non inquinati (p. es. pellicole per l'imballaggio di pallet). Per tali ragioni sono più adatti al riciclaggio rispetto ai rifiuti di plastica provenienti dalle economie domestiche che sono invece eterogenei (ossia composti da vari tipi di plastica) e sovente inquinati. Il potenziale di riciclaggio deve essere analizzato caso per caso mediante ecobilanci. La situazione attuale mostra che solo il 50 per cento circa delle frazioni dei rifiuti di plastica di diversa tipologia provenienti dalle economie domestiche, raccolti e separati successivamente, può essere riciclato. La frazione residua deve essere valorizzata dal punto di vista energetico in un IIRU o in un cementificio.

Per quanto riguarda i rifiuti di plastica provenienti dalle economie domestiche sussiste un potenziale soprattutto per le bottiglie di plastica (p. es. flaconi per shampoo o contenitori di detersivi). Il commercio al dettaglio in Svizzera prevede, di propria iniziativa, la raccolta separata su tutto il territorio nazionale di questi contenitori fabbricati prevalentemente in polietilene, assumendosi integralmente il finanziamento delle attività di raccolta e di valorizzazione. Questa procedura è conforme al principio fondamentale secondo il quale l'economia e il commercio, applicando misure volontarie ed efficienti, devono creare sistemi di raccolta in grado di garantire un riciclaggio adeguato dal punto di vista ecologico ed economico.

Oltre alle bottiglie in PET, la popolazione avverte l'esigenza di raccogliere e valorizzare anche altri rifiuti di plastica. Per soddisfare tale esigenza esistono diverse alternative: alcuni Cantoni delegano le attività di raccolta a privati, altri invece le vietano. Considerata l'elevata efficienza energetica dell'impianto Renergia di Perlen (LU), le associazioni di categoria della Svizzera centrale non ritengono ad esempio prioritaria l'introduzione della raccolta separata delle materie plastiche. Un altro esempio è il progetto pilota delle associazioni ZAB (Zweckverband Abfallverwertung Bazenheid) e IIRU Turgovia (KVA Thurgau) che hanno introdotto un sacco di raccolta uniforme. Le materie plastiche sono separate e destinate al riciclaggio mentre i residui sono valorizzati dal punto di vista energetico.

Condizioni quadro

Le discussioni sul tema della valorizzazione dei rifiuti di plastica devono esplicitamente tenere conto delle seguenti condizioni quadro esterne:

- un'analisi costi-benefici;
- i sistemi di finanziamento;
- i dibattiti svolti in Parlamento nel quadro della revisione dell'OTR e della revisione, non approvata, della LPAmb, in base alla quale spetta in primo luogo all'economia privata affrontare mediante misure volontarie le sfide future nel settore ambientale. La Confederazione dovrà adottare misure sussidiarie (p. es. un obbligo di raccolta) solo se quelle volontarie non saranno sufficienti;
- la forza del franco svizzero;
- l'attuale basso prezzo del petrolio;
- il prezzo delle singole materie plastiche primarie e secondarie.

Prospettive

Attualmente possiamo affermare che in genere il riciclaggio delle materie plastiche può essere vantaggioso dal punto di vista ecologico. Quanto alle decisioni volte a incrementare la valorizzazione dei rifiuti di plastica provenienti dalle economie domestiche, i Cantoni dovranno considerare anche aspetti economici e regionali. Occorre in particolare tenere conto dell'infrastruttura di base per lo smaltimento.

La raccolta differenziata selettiva di materiali riutilizzabili si traduce in elevate quote di riciclaggio. I sistemi esistenti quali il riciclaggio separato delle bottiglie per bevande in PET e ora anche la raccolta delle bottiglie di plastica avviata su iniziativa del settore del commercio non devono essere messe in pericolo. Un aspetto centrale è rafforzare ulteriormente l'offerta di riciclaggio delle bottiglie di plastica provenienti dalle economie domestiche e ottimizzare il riciclaggio di queste materie plastiche. L'obiettivo minimo è raggiungere una quota di riciclaggio del 70-80 per cento delle materie plastiche raccolte separatamente.

Un compito importante sarà informare e sensibilizzare per garantire un riciclaggio adeguato delle materie plastiche provenienti dalle economie domestiche. La popolazione deve essere informata in modo neutro e completo sulle possibilità attuali di riciclaggio dei rifiuti di plastica provenienti dalle economie domestiche. Si tratta di fornire informazioni comprensibili e affidabili su ecoefficienza e trasparenza dei costi come pure informazioni corrette sulle quote di riciclaggio ottenute e i prodotti derivati dal riciclaggio. Tale compito spetta alle autorità e al settore del commercio.

Per le materie plastiche provenienti dall'industria, dall'artigianato e dall'agricoltura l'accento rimane sul riciclaggio delle pellicole impiegate nei suddetti settori, che rappresenta un importante contributo alla valorizzazione dei rifiuti di plastica.

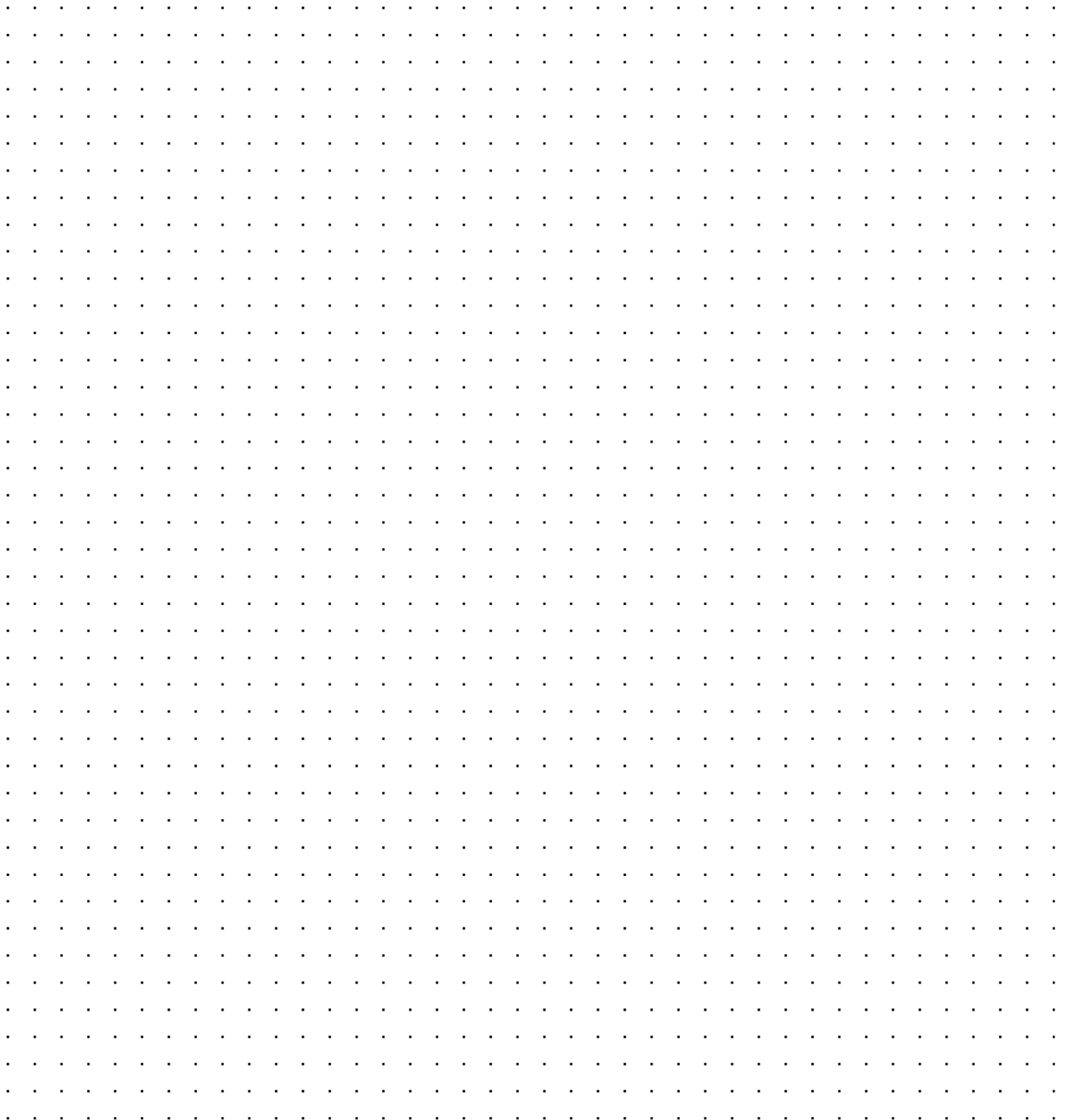
Dal presente rapporto che, come menzionato in precedenza, include anche le prese di posizione dei portatori di interesse, si evince che oltre ai limiti tecnici del riciclaggio delle materie plastiche possono svolgere un ruolo dominante soprattutto gli interessi economici di mercato dei diversi portatori di interesse. Gli sviluppi futuri del riciclaggio delle materie plastiche terranno conto delle condizioni e delle limitazioni menzionate e reagiranno alle condizioni di mercato.

Ufficio federale dell'ambiente

Karine Siegwart
Vicedirettrice

Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz

Schlussbericht Module 3 + 4, April 2013



Auftraggeber

Runder Tisch Kunststoff unter der Leitung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Abteilung Abfall und Rohstoffe, CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Auftragnehmer

Ernst Basler+ Partner AG

Autorinnen und Autoren

Christina Seyler

Markus Sommerhalder

Maya Wolfensberger

Begleitung

Begleitgruppe Runder Tisch Kunststoff Schweiz:

Monteil Michel, BAFU

Hügi Michael, BAFU

Glättli Susan, BAFU

Erzinger Florian, BAFU

Villiger Alois, AWEL Zürich

Widmer Heiner, Cemsuisse

Bukowiecki Alex, KI

Schwarzenbach Hasi, KI

Engel Ernesto, KVS

Mark Frank, KVS

Rüttimann Christian, IG DHS

Wiederkehr-Luther Christine, IG DHS

Bürgi Dieter, IG DHS

Steiner Peter, VBSA

Model Martin, InnoPlastics

Schumacher Lukas, PRS

Geisselhardt Patrik, REDILO

Schelker Raymond, REDILO

Die Studie wurde im Auftrag des Runden Tisches Kunststoff unter der Leitung des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Ernst Basler + Partner AG

Zollikerstrasse 65

8702 Zollikon

Telefon +41 44 395 11 11

info@ebp.ch

www.ebp.ch

Zusammenfassung

In der Schweiz werden heute über 80% der Kunststoffabfälle aus privaten Haushalten und, aus Gewerbe und Industrie in Kehrichtverbrennungsanlagen entsorgt. Der Bericht behandelt die künftige Verwertung der Kunststoffabfälle und untersucht die Frage, ob und welche Kunststoffabfälle vermehrt rezykliert bzw. vermehrt als alternative Brennstoffe in Schweizer Zementwerken eingesetzt werden könnten. Bei der Beurteilung der künftigen Verwertung wurden ökonomische und ökologische Auswirkungen sowie gesellschaftliche Aspekte berücksichtigt (Akzeptanz bzw. Machbarkeit).

Die möglichen Zustände der künftigen Verwertung wurden als Szenarien formuliert, und deren Auswirkungen mit der heutigen Situation verglichen. Um möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, wurden insbesondere bei Sammlung, Sortierung und Recycling der verschiedenen Kunststoffabfallfraktionen „realistisch maximal realisierbare“ Quoten angenommen. Die Quoten wurden zusammen mit den Mitgliedern der Lenkungsgruppe des Runden Tisches festgelegt.

Die durchgeführten Arbeiten zeigen, dass das vermehrte Recycling von Kunststoffabfällen insgesamt am besten abschneidet. Dazu muss die Separatsammelquote gegenüber heute signifikant erhöht und die entsprechende Verwertungsinfrastruktur bereitgestellt werden. Dafür können mittel- bis langfristig die Kapazitäten der Kehrichtverbrennungsanlagen den veränderten Bedingungen angepasst werden. Trotzdem wird auch künftig der grösste Teil der Kunststoffabfälle in Kehrichtverbrennungsanlagen entsorgt und ein Teil der Kunststoffabfälle als alternative Brennstoffe in Zementwerken eingesetzt werden.

Wegen der bedeutenden Menge der Kunststoffabfälle, dem vergleichsweise hohen Heizwert und dem steigenden Bewusstsein zu den begrenzten Ressourcen (finanziell und fossile Energieträger) besteht von verschiedenen Akteurgruppen eine grosse Nachfrage nach den Kunststoffabfällen. Die Akteurgruppen waren im Ausschuss des Runden Tisches vertreten und haben die Untersuchung begleitet.

Résumé

En Suisse, plus de 80 % des déchets plastiques produits par les ménages, l'artisanat et l'industrie sont aujourd'hui éliminés dans des usines d'incinération des ordures ménagères (UIOM). Le rapport aborde la valorisation future de ce type de déchets et étudie la question de savoir quels déchets plastiques peuvent être davantage recyclés ou utilisés comme combustibles alternatifs dans des cimenteries suisses et si une telle approche est possible. L'évaluation de la future valorisation tient compte des conséquences économiques et écologiques ainsi que des aspects sociaux (acceptation et faisabilité).

Les conditions probables de l'élimination future ont été formulées en scénarios et leurs effets comparés avec la situation actuelle. Afin d'arriver à un résultat concluant, l'étude a pris pour hypothèse les meilleurs taux réalistes, notamment pour ce qui est de la collecte, du tri et du recyclage des différentes fractions de déchets plastiques. Ces taux ont été définis avec les membres du groupe de coordination de la table ronde.

Les travaux montrent que le recyclage accru de déchets plastiques fournit dans l'ensemble les meilleurs résultats. Pour parvenir à cette situation, il faut augmenter sensiblement le taux de collectes séparées et mettre en place une infrastructure de valorisation en conséquence. Les capacités des UIOM peuvent ainsi être adaptées aux nouvelles conditions à moyen voire à long terme. Malgré tous ces efforts, la plupart des déchets plastiques continuera d'être éliminée dans les UIOM et seule une partie sera utilisée comme combustibles alternatifs dans les cimenteries.

Plusieurs groupes d'acteurs se montrent très intéressés par les déchets plastiques, en raison de la quantité considérable qu'ils représentent et de leur pouvoir calorifique relativement élevé, sans oublier la prise de conscience grandissante de la rareté des ressources (moyens financiers et combustibles fossiles). Les groupes d'acteurs ont été représentés à la table ronde et ont suivi cette analyse.

Riassunto

Attualmente in Svizzera oltre l'80 per cento dei rifiuti di plastica provenienti dalle economie domestiche, dall'industria e dal commercio è smaltito in impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani. Il presente rapporto illustra le possibilità future di valorizzazione di questo tipo di rifiuti e analizza la questione di quali rifiuti di plastica potrebbero essere riciclati o utilizzati in misura maggiore come combustibile alternativo nei cementifici svizzeri. Per l'analisi della valorizzazione futura sono state considerate le ripercussioni economiche, ecologiche e sociali (accettazione e fattibilità).

Le prospettive della futura valorizzazione sono state formulate sotto forma di scenari e le loro ripercussioni raffrontate con la situazione attuale. Per ottenere risultati affidabili, in particolare nell'ambito della raccolta, della separazione e del riciclaggio delle diverse frazioni di rifiuti di plastica, sono state considerate le percentuali massime realizzabili in termini realistici. Dette percentuali sono state determinate d'intesa con i membri del gruppo direttivo della tavola rotonda.

I lavori svolti evidenziano che un riciclaggio multiplo dei rifiuti di plastica fornisce nel complesso i risultati migliori. A tal fine occorre tuttavia aumentare in modo significativo la percentuale di raccolta differenziata e potenziare l'infrastruttura per la valorizzazione. A medio e lungo termine è possibile adeguare le capacità degli impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani alle nuove condizioni. Ciononostante, la maggior parte dei rifiuti di plastica continuerà ad essere smaltita negli impianti d'incenerimento dei rifiuti urbani e solo una parte sarà utilizzata come combustibile alternativo nei cementifici.

Considerato il volume consistente di questo tipo di rifiuti, il relativo valore calorifico elevato e la crescente consapevolezza della scarsità delle risorse (finanziarie e di vettori energetici), vi è una forte domanda di rifiuti di plastica da parte di diversi gruppi di attori. Questi ultimi erano rappresentati nel comitato della tavola rotonda e hanno accompagnato l'analisi.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Aufgabenstellung	4
1.3	Projektorganisation	4
2	Grundlagen	7
2.1	Vorgehensmethodik	7
2.2	Gegenwärtige Behandlung der Kunststoffabfälle	7
2.3	Wichtige rechtliche Vorgaben.....	10
2.4	Situation im Ausland	15
3	Anforderungen an künftige Behandlung Kunststoffabfälle	17
3.1	Von der Abfallpolitik zur Ressourcenpolitik	17
3.2	Akteuranalyse.....	17
3.2.1	Rahmenbedingungen der wichtigsten Akteure der Kunststoffverwertung	18
3.2.2	Anforderungen an die wichtigsten Akteurgruppen und deren Interessen	19
4	Beschreibung der Szenarien	21
4.1	Übersicht und Einführung	21
4.1.1	Was sind Szenarien?.....	21
4.1.2	Leitgedanken und grundsätzliche Festlegungen zur Szenarienbildung	21
4.2	Szenario 0: Fortsetzung des Status Quo (KVA-Szenario).....	22
4.2.1	Charakterisierung Szenario 0	22
4.2.2	Mengengerüst Szenario 0	23
4.3	Szenario 1: Vermehrte stoffliche Verwertung (Recyclingszenario).....	26
4.3.1	Charakterisierung Szenario 1 „Vermehrtes Recycling“	26
4.3.2	Mengengerüst Szenario 1 „Vermehrtes Recycling“	26
4.4	Szenario 2: Vermehrte energetische Verwertung in Zementwerken (Zementszenario)	30
4.4.1	Charakterisierung Szenario 2 „Vermehrt in Zementwerk“	30
4.4.2	Mengengerüst Szenario 2 „Vermehrt in Zementwerken“	31
4.5	Übersicht Szenarien	32
5	Auswirkungen der Szenarien	35
5.1	Grundlagen und Annahmen.....	35
5.1.1	Grundannahmen zur Modellierung	35
5.1.2	Modellprozesse und methodische Annahmen	37
5.1.3	Umgang mit Modellunsicherheiten	40
5.1.4	Grundlagen zur Berechnung der ökologischen Auswirkungen.....	40
5.1.5	Grundlagen zur Berechnung der ökonomischen Auswirkungen	43
5.2	Berechnung der Investitionskosten.....	43
5.3	Berechnung der Betriebskosten	46

5.4	Berechnung der Umweltauswirkung	47
5.5	Kriterien zur Beurteilung der Umsetzbarkeit der Szenarien.....	48
5.5.1	Einleitende Überlegungen und Beurteilungskriterien.....	48
5.5.2	Entsorgungssicherheit	49
5.5.3	Marktrisiken.....	50
5.5.4	Finanzierung	52
5.5.5	Technische Machbarkeit	55
5.5.6	Rechtskonformität.....	56
6	Beurteilung der Szenarien	59
6.1	Zielsystem und Kriterien	59
6.2	Nutzwertanalyse	59
6.2.1	Benotung der Szenarien	60
6.2.2	Gewichtung der Szenarien und Berechnung des Nutzwertes.....	62
6.3	Sensitivitätsanalyse.....	63
6.3.1	Übersicht Parameter Sensitivitätsanalyse.....	63
6.3.2	Ergebnisse Sensitivitätsanalyse	64
7	Fazit	67
7.1	Erkenntnisse aus dem Mengengerüst.....	67
7.2	Erkenntnisse aus der ökologischen und ökonomischen Bewertung der Szenarien ...	68
7.2.1	Einleitung	68
7.2.2	Diskussion der Ergebnisse	69
7.3	Erkenntnisse aus der Machbarkeitsanalyse	70
7.4	Zuverlässigkeit der Ergebnisse.....	72
7.5	Folgerungen	72
7.5.1	Einleitung	72
7.5.2	Empfehlungen	73

Anhänge

- A1 Details Akteuranalyse
- A2 Details heutige Verwertung Kunststoffabfälle
- A3 Technische, ökonomische und ökologische Kenngrößen zu den im Berechnungsmodell verwendeten Prozessen

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Im Frühling 2010 wurde der Runde Tisch Kunststoffverwertung Schweiz ins Leben gerufen. Der Runde Tisch besteht aus Interessenvertretern von Bund, Kantonen, Städten und Gemeinden, dem Detailhandel und der Kunststoff-Branche. Mit allen Akteuren des Runden Tisches soll die Forderung nach mehr Kunststoffverwertung in der Schweiz untersucht werden.

Ein Ausschuss des Runden Tisches hat gemeinsam eine mehrteilige Studie zum Thema Kunststoff-Verwertung in der Schweiz in Auftrag gegeben und finanziert. Mit dem Projekt „Kunststoff-Verwertung Schweiz“ soll die Frage beantwortet werden, ob weitere Kunststoff-Fraktionen aus ökologischen und ökonomischen Gründen einer stofflichen¹⁾ oder energetischen²⁾ Verwertung zugeführt werden sollen, und wenn ja, wie dies umsetzbar ist. Das Projekt ist in fünf Module gegliedert; der vorliegende Bericht deckt die Module 3 und 4 ab:

- Modul 1: Ist-Analyse (Standortbestimmung) und Informations-Plattform
- Modul 2: Aktualisierung und Verifizierung von Mengenströmen und Potentialen
- **Modul 3: Beschreibung sowie ökologische und ökonomische Bewertung ausgewählter Zukunftsszenarien**
- **Modul 4: Machbarkeitsanalyse und Finanzierung (mit Fokus auf die praktische Umsetzung).**
- Modul 5: Weiteres Vorgehen

Die ersten beiden Module wurden in den Jahren 2010 und 2011 bearbeitet³⁾. Insbesondere die erfassten Mengenströme und identifizierten Potentiale bilden eine wichtige Grundlage für die anschliessenden Projektmodule.

1) Stoffliche Verwertung: Eine stoffliche Verwertung liegt dann vor, wenn eine Nutzung der stofflichen Eigenschaft der Abfälle angestrebt wird. Sie umfasst die werkstoffliche und die rohstoffliche Verwertung. Die werkstoffliche Verwertung verändert die verwendeten Stoffe chemisch nicht. In der vorliegenden Arbeit wird unter stofflicher Verwertung von Kunststoffabfällen die Produktion von Re-Granulat verstanden. Bei der rohstofflichen Verwertung werden die zu verwertenden Stoffe einer chemischen Veränderung unterzogen (z.B. Altkunststoffe zu Syntheseöl umgewandelt). Da dies für die Schweiz von geringer Relevanz ist, wird dieses Verfahren in der vorliegenden Arbeit ausgeklammert.

2) Energetische Verwertung: Einsatz von Abfällen als Ersatzbrennstoff z.B. in Zementwerken, Kohlekraftwerken oder Kehrichtverbrennungsanlagen.

3) REDILO: Projekt „Kunststoff-Verwertung Schweiz“, Bericht Module 1 und 2. Baar, 03.03.2011.

1.2 Aufgabenstellung

Im vorliegenden Bericht wird die künftige Verwertung von Kunststoffabfällen in der Schweiz behandelt. Gemäss Projektstruktur geht es um die Module 3 und 4. In diesen sollen insbesondere folgende Fragen beantwortet werden:

1. Welche Mengen an Kunststoff-Abfälle können aus heutiger Sicht zusätzlich separiert werden?
2. Welche Auswirkungen sind zu erwarten, wenn Kunststoff-Abfälle vermehrt stofflich verwertet bzw. vermehrt als alternative Brennstoffe in Zementwerken energetisch genutzt werden?
3. Wie schneiden die Szenarien im Vergleich zueinander bzw. im Vergleich zur heutigen Situation mit primärer Verwertung in der KVA ab?
4. Wie wird die Realisierbarkeit der Szenarien beurteilt?

1.3 Projektorganisation

Die Studie wurde von einem Ausschuss des „Runden Tisch Kunststoffverwertung Schweiz“ begleitet. Im Verlaufe der Projektbearbeitung wurde zusätzlich eine Lenkungsgruppe gebildet.

Der Ausschuss des Runden Tisches diente als Echoraum, wo die (Zwischen-)Ergebnisse der Arbeiten präsentiert und diskutiert wurden. Die Mitglieder des Lenkungsausschusses steuerten ihr Fachwissen bei der Erarbeitung dieser Studie bei, insbesondere bei der Bildung des Mengengerüsts und bei den technischen Grundlagen zur Berechnung der Szenarien-Auswirkungen.

Die Mitglieder des Ausschusses und der Lenkungsgruppe sind in nachstehende Tabelle aufgeführt.

Tabelle 1: Mitglieder Projekt-Ausschuss Runder Tisch. (*Mitglieder Lenkungsgruppe.)

Organisation / Branche	Name Mitglied
Bundesamt für Umwelt	Michel Monteil, Susan Glättli*, Michael Hügi, Florian Erzinger*
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft des Kantons Zürich	Alois Villiger
cemsuisse	Heiner Widmer*
Interessengemeinschaft Detailhandel Schweiz	Christian Rüttimann, Christine Wiederkehr-Luther, Dieter Bürgi
Städteverband, Kommunale Infrastruktur Schweiz	Alex Bukowiecki, Hans Ulrich Schwarzenbach
Kunststoffverband Schweiz	Ernesto Engel, Frank Mark*
Verband Betriebsleiter Schweizer Abfallbehandlungsanlagen VBSA	Pierre Ammann, Peter Steiner*
Verwerter / Logistik	Richard Gutensohn (Häusle)*, Martin Model (Inno-plastics)*, Lukas Schumacher (PET Recycling Schweiz)
Redilo GmbH	Patrik Geisselhardt, Raymond Schelker

2 Grundlagen

2.1 Vorgehensmethodik

Die Vorgehensweise ist schematisch in unten stehender Abbildung 1 gezeigt.

Die heutigen Mengenströme der Kunststoffabfallverwertung und erste Überlegungen zu den Potenzialen für vermehrtes Recycling der Kunststoffabfälle wurden wie oben erwähnt in Modul 2 gemacht. Im Rahmen dieser Studie wurden darauf basierend mögliche Szenarien zur künftigen Verwertung der Kunststoffabfälle gebildet (vgl. Kapitel 4). Die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen der Szenarien wurden anschliessend berechnet (vgl. Kapitel 5). Die Szenarien wurden an Hand der Zielsetzungen bzw. den Anforderungen der Akteurgruppen beurteilt (vgl. Kapitel 6).

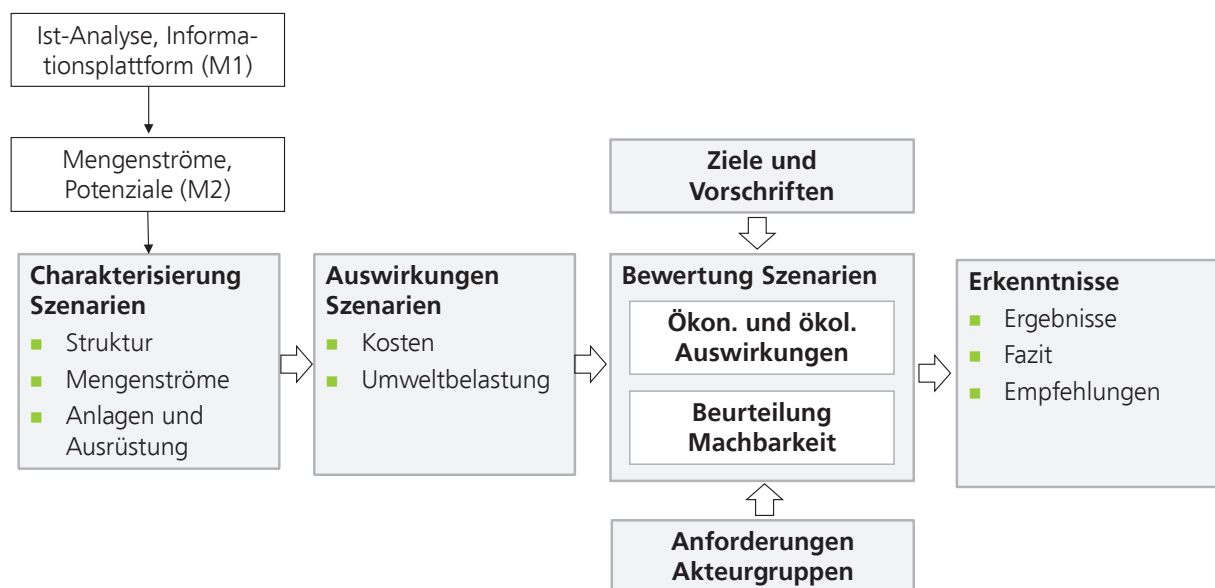


Abbildung 1: Schematische Darstellung der gewählten Vorgehensmethodik.

2.2 Gegenwärtige Behandlung der Kunststoffabfälle

Die Kunststoff- und Kunststoffabfallströme sowie deren Behandlung wurden in Modul 2 erhoben und sind in Abbildung 2 in einer Übersicht aufgeführt. Die Zahlen basieren auf Schätzungen und Annahmen für das Jahr 2010 mit einer Unsicherheit von ca. +/-10%.

Jährlich werden in der Schweiz rund 1'000'000 t Kunststoffe⁴⁾ verbraucht. 430'000 t fallen innerhalb eines Jahres wieder als Abfall an. 570'000 t haben eine Verweildauer von grösser als einem Jahr und gehen in Form von verschiedensten Produkten in ein „Zwischenlager“. Von diesem Zwischenlager fallen jährlich wiederum 320'000 t als Abfall an. Weitere 30'000 t Kunststoff-Abfälle sind Produktionsabfälle. In der Schweiz sind somit gegenwärtig total 780'000 Tonnen Kunststoff-Abfälle zu entsorgen.

Mit rund 650'000 t geht der grösste Teil in die Kehrichtverbrennungsanlagen. Rund 90'000 t gelangen in Recyclinganlagen, woraus rund 80'000 t Rezyklat hergestellt und stofflich verwertet werden. Weitere 50'000 t werden als Ersatzbrennstoffe in Zementwerken eingesetzt.

Die Details zur heutigen Behandlung der Kunststoffabfälle, ihre Herkunft, Zusammensetzung und Verwertungsquoten sind in Anhang A2 des Berichts beigefügt.

4) Es handelt sich bei den Mengenangaben in der vorliegenden Stoffstromanalyse immer um den *reinen* Kunststoff. In vielen Abfallfraktionen liegt der Kunststoff verunreinigt (z.B. Joghurtbecher) oder als Teilmenge innerhalb eines Bauteils (z.B. Elektronikgeräte) vor.

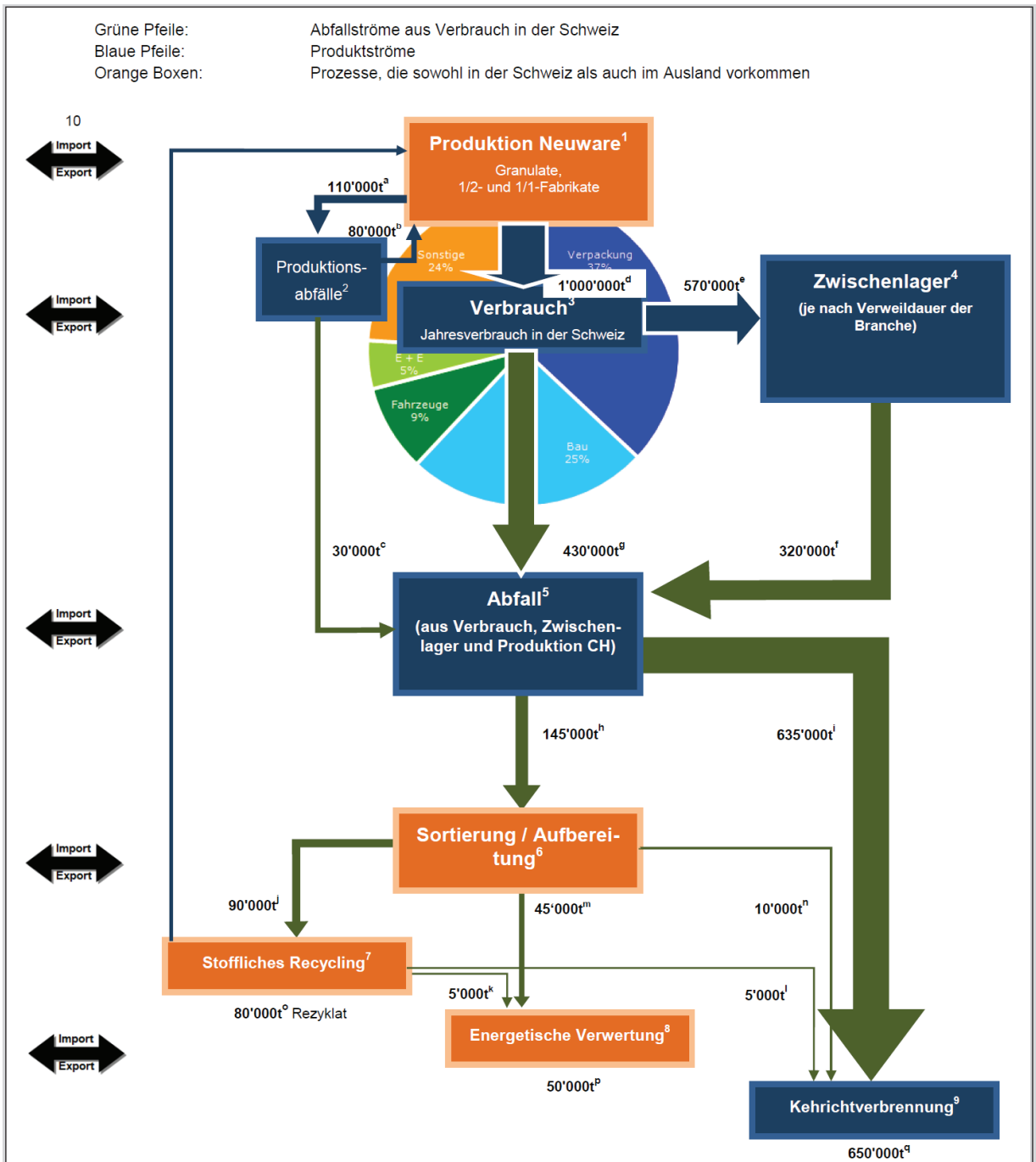


Abbildung 2: Kunststoffströme Schweiz im Jahr 2010 (Quelle: Kunststoff-Verwertung Schweiz, Bericht zu Modulen 1 und 2).

2.3 Wichtige rechtliche Vorgaben

In diesem Kapitel sind die wichtigsten rechtlichen Vorschriften kurz zusammengefasst, die heute für die Verwertung der Kunststoffabfälle massgebend sind. Damit sollen die wichtigsten, verbindlichen Vorgaben rekapituliert werden. Bei der Beurteilung der Szenarien bezüglich Rechtskonformität werden diese Grundlagen berücksichtigt⁵⁾.

Bundesverfassung BV

Art. 73 Nachhaltigkeit: Bund und Kantone streben ein auf Dauer ausgewogenes Verhältnis zwischen der Natur und ihrer Erneuerungsfähigkeit einerseits und ihrer Beanspruchung durch den Menschen anderseits an.

Fazit BV für die vorliegende Untersuchung:

Nachhaltigkeit gilt auch im Hinblick auf die künftige Entsorgung von Kunststoffabfällen. Deshalb sind bei den Zielsetzungen und der Beurteilung der Szenarien die drei Dimensionen der Nachhaltigen Entwicklung (Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft) gleichwertig zu berücksichtigen.

Umweltschutzgesetz USG

Art. 1 Zweck:

- 1 Dieses Gesetz soll Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen sowie die natürlichen Lebensgrundlagen, insbesondere die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens, dauerhaft erhalten.*
- 2 Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen.*

Art. 2 Verursacherprinzip

Wer Massnahmen nach diesem Gesetz verursacht, trägt die Kosten dafür.

Art. 30 Grundsätze Vermeidung und Entsorgung von Abfällen

- 1 Die Erzeugung von Abfällen soll soweit möglich vermieden werden.*
- 2 Abfälle müssen soweit möglich verwertet werden⁶⁾.*

5) Rechtsgrundlagen werden von Zeit zu Zeit überarbeitet. Wo dies der Fall und heute bekannt ist, wird bei der betroffenen Vorschrift darauf hingewiesen.

6) Die Entsorgung der Abfälle umfasst ihre *Verwertung* oder Ablagerung sowie die Vorstufen Sammlung, Beförderung, Zwischenlagerung und Behandlung. Als Behandlung gilt jede physikalische, chemische oder biologische Veränderung der Abfälle. [USG Art. 7 Definition, 6bis]

3 Abfälle müssen umweltverträglich und, soweit es möglich und sinnvoll ist, im Inland entsorgt werden.

Art. 32 Grundsatz Finanzierung der Entsorgung

Der Inhaber der Abfälle trägt die Kosten der Entsorgung; ausgenommen sind Abfälle, für die der Bundesrat die Kostentragung anders regelt.

Art. 32a Finanzierung bei Siedlungsabfällen

1 Die Kantone sorgen dafür, dass die Kosten für die Entsorgung der Siedlungsabfälle, soweit sie ihnen übertragen ist, mit Gebühren oder anderen Abgaben den Verursachern überbunden werden.

Fazit USG für die vorliegende Untersuchung:

- Die Vermeidung von Kunststoffabfällen ist nicht Teil der Studie.
- Mögliche Effekte, die zu Export von Kunststoffabfällen ins Ausland führen können, sind zu berücksichtigen, z.B. vergleichsweise hohe Entsorgungskosten im Inland.
- Mögliche Veränderung bei Gebühren sollen berücksichtigt werden, d.h. neben der Kostenbetrachtung sollen auch Überlegungen zur Finanzierung angestellt werden (Kostenträger, Gebührenhöhe).

Technische Verordnung über Abfälle TVA

Art. 1 Zweck

Diese Verordnung soll: a) Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften sowie die Gewässer, den Boden und die Luft vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen schützen, die durch Abfälle erzeugt werden; b) die Belastung der Umwelt durch Abfälle vorsorglich begrenzen.

Art. 2 Geltungsbereich

Diese Verordnung gilt für das Vermindern und Behandeln von Abfällen sowie das Errichten und Betreiben von Abfallanlagen.

Art. 11 Verbrennungspflicht

Die Kantone sorgen dafür, dass Siedlungsabfälle, Klärschlamm, brennbare Anteile von Bauabfällen und andere brennbare Abfälle, soweit sie nicht verwertet werden können, in geeigneten Anlagen verbrannt werden. Zulässig ist auch eine umweltverträgliche Behandlung mit anderen thermischen Verfahren.

Art. 12 Verwertungspflicht

1 Die Behörde kann von Inhabern von Industrie-, Gewerbe- oder Dienstleistungsbetrieben verlangen, dass sie:

- a. abklären, ob für ihre Abfälle Möglichkeiten zur Verwertung bestehen oder geschaffen werden können und
- b. die Behörde über die Ergebnisse der Abklärungen orientieren.

2 Sie kann die Pflichten nach Absatz 1 den Inhabern von Abfallanlagen auferlegen, die zahlreiche kleine Mengen gleicher Abfälle annehmen.

3 Sie kann von Inhabern von Abfällen verlangen, dass sie für die Verwertung bestimmter Abfälle sorgen, wenn:

- a. die Verwertung technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist;
- b. die Umwelt dadurch weniger belastet wird als durch die Beseitigung und Neuproduktion.

Fazit TVA für die vorliegende Untersuchung:

- Die Verwertungspflicht gilt auch für Kunststoffabfälle. D.h. Die Kunststoffabfälle sollen prioritär verwertet werden (Recycling), wenn dies technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist.
- Wenn die Kunststoffabfälle nicht verwertet werden können, müssen sie verbrannt werden.
- Der Einsatz von Kunststoffabfällen als alternative Brennstoffe wird als zulässiges, umweltverträgliches, thermisches Behandlungsverfahren verstanden.
- Hinweis: Die TVA wird gegenwärtig überarbeitet.

Die Technische Verordnung über Abfälle befindet sich zurzeit in Revision. Die wichtigsten Änderungen gibt es im Aufbau des Regelwerks, im Bereich der biogenen Abfälle, der Bauabfälle, der Abfallanlagen, in der Berichterstattung, bei phosphorreichen Abfällen und bei den Deponien. Vorgesehen ist, den Entwurf der neuen TVA bis spätestens Ende 2012 in eine vier Monate dauernde Anhörung zu schicken. In welcher Art und Weise das Thema Kunststoffe in der neuen TVA abgehandelt wird, ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht klar. Es steht jedoch bereits fest, dass die Verwendung von Abfällen in Zementwerken neu im Rahmen der TVA geregelt wird. Zudem wird neu vermehrt auf den Output einer Anlage fokussiert. Dadurch wird die Flexibilität der Zementwerke bei der Annahme von Brennstoffen erhöht.

Luftreinhalte-Verordnung LRV

Art. 1 Zweck und Geltungsbereich

- 1 Diese Verordnung soll Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume sowie den Boden vor schädlichen oder lästigen Luftverunreinigungen schützen.
- 2 Sie regelt: a) die vorsorgliche Emissionsbegrenzung bei Anlagen nach Artikel 7 des Gesetzes, welche die Luft verunreinigen; a)^{bis 2} die Abfallverbrennung im Freien; b) die Anforderungen an Brenn- und Treibstoffe; c) die höchstzulässige Belastung der Luft (Immissionsgrenzwerte); d) das Vorgehen für den Fall, dass die Immissionen übermäßig sind.

Anhang 2: Ergänzende und abweichende Emissionsbegrenzungen für besondere Anlagen. 1 Steine und Erden 11 Zementöfen und Kalkklinkeröfen 111 Brennstoffe und Abfälle

2 Abfälle dürfen in Zementöfen nur verwertet oder behandelt werden, wenn sie aufgrund ihrer Art, Menge und Zusammensetzung dazu geeignet sind. Das BAFU erlässt Richtlinien.

Fazit LRV für die vorliegende Untersuchung:

- Kehrichtverbrennungsanlagen und Zementöfen haben Emissionsgrenzwerte, die sie einhalten müssen.
- (Kunststoff-)Abfälle können in Zementöfen als alternative Brennstoffe eingesetzt werden, sofern sie die Vorgaben des BAFU erfüllen. Die Details sind in der Richtlinie für Zementwerke geregelt.

Richtlinie Zementwerke

Die Richtlinie⁷⁾ regelt den Einsatz von Abfällen und Zusatzstoffen in Zementwerken.

3.1 Grundsätze

- a) *In Zementwerken dürfen grundsätzlich nur einheitlich zusammengesetzte, schadstoffarme Massenabfälle aus Industrie und Gewerbe entsorgt werden, die aufgrund ihrer stofflichen Zusammensetzung dazu geeignet sind. Sie sind insbesondere dann geeignet, wenn ihre Qualität mit den üblicherweise bei der Herstellung von Portlandzement eingesetzten Brenn- respektive Rohstoffen vergleichbar ist.*
- b) *Siedlungsabfälle und nachträglich aussortierte Anteile von Siedlungsabfällen (z.B. BRAM "Brennstoff aus Müll") sowie andere Abfälle, die bezüglich Herkunft, Materialeigenschaften, chemisch-physikalischem Verhalten und chemischer Zusammensetzung mit Siedlungsabfällen vergleichbar sind, dürfen nicht in Zementwerken entsorgt werden, sofern sie nicht in der Positivliste (Anhang I) aufgeführt sind (in der Positivliste sind z.B.: Altpapier, Altkarton).*

Auszug Positivliste aus Sicht Kunststoff (Stand Mai 2007)

Die Positivliste führt bestimmte Abfälle auf, die in Zementwerken entsorgt werden können, obschon erfahrungsgemäss die Richtwerte der Tabelle 1 überschritten sind. Es handelt sich um Abfälle, für die aus ökologischen Gründen, aus Gründen der Entsorgungssicherheit oder mangels anderen geeigneten Behandlungsanlagen die Entsorgung im Zementwerk zugelassen ist.

Die Regelungen der Zement-Richtlinie werden zurzeit überarbeitet und in die Technische Verordnung über Abfälle integriert. Zum jetzigen Zeitpunkt ist noch nicht klar, wie die konkrete Ausgestaltung für die Zementindustrie aussehen wird. Aufgrund des neuen, sich am Output

7) Bundesamt für Umwelt: Entsorgung von Abfällen in Zementwerken, 2. aktualisierte Auflage. Bern, Oktober 2005.

einer Anlage orientierenden Ansatzes, ist davon auszugehen, dass die Zementwerke neu auf bisher noch nicht nutzbare Brennstoffe zugreifen können⁸⁾.

Tabelle 2: Auszug Positivliste mit den in den Zementwerken gegenwärtig zugelassenen Kunststoffabfällen (Stand Mai 2007).

Nr.	LVA Code	Abfallbezeichnung	Bemerkungen / Bedingungen
A5	16 01 03 [ak] 19 12 04 []	Autoreifen und andere Abfälle aus Gummi	Pneus und industrielle Gummiabfälle wie Förderbänder, Stoss-puffer oder Laufbänder von Rolltreppen können entsorgt werden, nicht aber Chlorkautschuk und andere chlorhaltige poly-mere Verbindungen oder Hg-haltige Sportplatzbeläge. Der Mengendurchsatz ist u.a. vom Einhalten der Klinkerqualität (Tabelle 2 der Richtlinie) abhängig. Autoreifen enthalten u.a. Zinkverbindungen. Der Richtwert für Zink in Klinker wirkt limi-tierend auf die verwendbare Menge.
A9	02 01 04 [] 07 02 13 [] 12 01 05 [] 15 01 02 [] 16 01 19 [] 17 02 03 [] 20 01 39 []	Kunststoffe (sorten-rein und Mischun-gen)	Saubere, d.h. nicht mit Siedlungsabfällen vermischte Kunst-stoffabfälle aus Separatsammlungen oder einheitliche Fraktio-nen von Kunststoffen aus Industrie, Gewerbe oder Landwirt-schaft können entsorgt werden, soweit sie nicht stofflich ver-wertet werden können. Die Kunststoffabfälle dürfen in Ze-mentwerken entsorgt werden, wenn die nebenstehenden Richtwerte bzw. für die übrigen Parameter die Kriterien der Tabelle 1 Kolonne A der Richtlinie eingehalten sind. Die Werte gelten bezogen auf einen Heizwert von 25 MJ/kg.
A10	-	Polyester, PET	Homogene Polyesterabfälle aus Industrie oder aus Rücknahme-systemen/Separatsammlungen können entsorgt werden, die nicht stofflich verwertet werden können. Die Polyesterabfälle müssen die Kriterien der Tabelle 1 Kolonne A der Richtlinie einhalten, sofern die Ergänzungen nicht etwas anderes zulassen.
A11	19 12 04 []	Polyurethan, PUR-Schaum	Ausgepresste Rückstände aus der Entsorgung von Kühlgeräten (FCKW-geschäumte Isolationsmaterialien) können entsorgt werden. Die Polyurethanabfälle müssen die Kriterien entspre-chend Tabelle 1 Kolonne A der Richtlinie einhalten, mit Aus-nahme der Ergänzungen.

Fazit aus Richtlinie ‚Abfall in Zementwerken‘ für die vorliegende Untersuchung:

- Siedlungsabfälle dürfen grundsätzlich nicht in Zementwerken verwertet werden, ausser die auf der Positivlisten aufgeführten Abfallfraktionen. Diese Abfallfraktionen müssen separat gesammelt werden und dürfen nicht nachträglich aus Siedlungsabfällen sortiert werden (keine Gemischtsammlun-

8) Ca. 10% des Gesamtbrennstoffenergiebedarfs der schweizerischen Zementindustrie können mit dieser Regelung im Jahr 2010 mit Kunststoffabfällen gedeckt werden. Im benachbarten Ausland ist dieser Substitutionsanteil wesentlich höher: in Deutschland deckten 2010 die Kunststoffabfälle 23% und in Österreich sogar 39 % des Energiebedarfs zur Klinkerherstellung. Gemäss geltender Regelung in der Positivliste der Richtlinie ist die Verwertung von Kunststoffen in Zementwerken schon längst möglich. Dass dies nur in sehr begrenztem Masse stattfindet, hat mit der fehlenden Sammel- und Aufbereitungsinfrastruktur zu tun.

gen).

- Wollen die Zementwerke weitere, neue Kunststoffabfälle als alternative Brennstoffe einsetzen, muss die Positivliste überprüft und allenfalls angepasst werden. Die Positivliste ist ein dynamisches Instrument und Anpassungen sind möglich.
- Die Positivliste ist in Überarbeitung.

ChemG und ChemRRV

Weitere relevante Gesetze für die Kunststoffverwertung sind das Bundesgesetz über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (ChemG) sowie die Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (ChemRRV).

Das ChemG und die ChemRRV regeln den Umgang mit Stoffen und Zubereitungen und haben daher im Rahmen des Kunststoffrecyclings Auswirkungen auf die Rezyklierbarkeit von Kunststoffabfällen. Inhaltstoffe (Altstoffe), welche KonsumentInnen und/oder die Natur gefährden können wie z.B. Pb, Cd, Cr (VI+), Hg, Flammschutzmittel sind in Re-Granulat nicht erlaubt. Kunststoffe, deren Schadstoffgehalt einen Schwellenwert überschreitet, dürfen daher nicht mehr in den Kunststoff-Kreislauf gelangen.

Für das Recycling von Kunststoffen ist auch die europäische Verordnung zur Registrierung, Bewertung und Zulassung von chemischen Stoffen (REACH) zu beachten. Sobald Kunststoffe rezykliert werden, sind sie keine Abfälle mehr sondern werden zu einem neuen Produkt. Dadurch wird der Rezyklierer im Sinne von REACH zu einem *Hersteller von Erzeugnissen, in denen chemische Stoffe enthalten* sind. Daher gelten für den Rezyklierer die gesamten REACH-Pflichten eines Stoffherstellers, d.h. er ist zur Sicherheitsbeurteilung und Informationsweitergabe in der Lieferkette verpflichtet.

2.4 Situation im Ausland

Ausländische Referenzen sind vorhanden (siehe Modul 1+2) wurden aber für den vorliegenden Bericht nicht ausgewertet.

3 Anforderungen an künftige Behandlung Kunststoffabfälle

3.1 Von der Abfallpolitik zur Ressourcenpolitik

Die BAFU-Direktion hat die Wirksamkeit der Abfallpolitik des Bundes 1986-2004 evaluieren lassen und die Grundlagen für die zukünftige Abfallpolitik geschaffen⁹⁾:

Die künftige Abfallpolitik des Bundes muss sich zu einer übergreifenden Ressourcenpolitik entwickeln. Der nachhaltige Umgang mit Rohstoffen und Abfällen bedingt eine gesamtheitliche Lebenswegbetrachtung aller Produkte und der damit verbundenen Dienstleistungen. Dies bedeutet nicht zuletzt, dass in einer künftigen Ressourcenpolitik die ökologischen Ziele unter bestmöglicher Beachtung der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Anforderungen erreicht werden sollen.

Fazit aus ‚Künftiger Abfallpolitik des Bundes‘ für die vorliegende Untersuchung:

- Die ökologischen Zielsetzungen haben gegenüber ökonomischer und gesellschaftlicher Überlegungen Priorität.
- Die ökologische Beurteilung des Umgangs mit (Kunststoff-)Abfällen soll basierend auf einer Life Cycle Analyse erfolgen.
- Die Entsorgungssicherheit muss gewährleistet sein.
- Die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Anforderungen an eine nachhaltige Abfallentsorgung, d.h. effiziente, kostengünstige Abfallwirtschaft müssen beachtet werden.

3.2 Akteuranalyse

Im Hinblick auf die Machbarkeitsbeurteilung der künftigen Verwertung von Kunststoffabfällen wurden die Anforderungen wichtiger Akteurguppen untersucht. Die Bedürfnisse der Akteurguppen wurden aus Sicht von Expertinnen und Experten formuliert und mit dem Ausschuss des Runden Tisches konsolidiert. Die detaillierte Akteuranalyse ist als Anhang A1 beigefügt.

9) BAFU: Nachhaltige Rohstoffnutzung und Abfallentsorgung. Grundlagen für die Gestaltung der zukünftigen Politik des Bundes. Umwelt-Wissen Nr. 0612. Bern, Dezember 2006.

3.2.1 Rahmenbedingungen der wichtigsten Akteure der Kunststoffverwertung

Die verschiedenen Hauptakteure der Kunststoffverwertung, die Kehrichtverbrennungsanlagen, die Zementwerke und die Rezyklierer unterliegen bei der Verwertung von Kunststoffen ganz unterschiedlichen Rahmenbedingungen. Diese Rahmenbedingungen zu verstehen, ist wichtig, damit beurteilt werden kann, ob bei den vorgeschlagenen Massnahmen und Handlungsempfehlungen von „gleich langen Spiessen“ gesprochen werden kann.

Die Hauptaufgabe der **Kehrichtverbrennungsanlagen** ist die Annahme von Abfällen, deren Volumenreduktion und Inertisierung. Der Verwertungsprozess setzt dabei Energie in Form von Wärme und Strom frei, die teils zur Deckung des Eigenbedarfs verwendet werden und teils auf den Markt gelangen. Die KVAs konnten in den letzten Jahren ihre Wirkungsgrade laufend verbessern und die durch die Verbrennung verursachte Umweltbelastung wird durch modernste Rauchgasreinigungstechnologien minimiert. Der Vorteile der Verwertung von Kunststoffabfällen in der KVA ist die Nutzung des Energiepotentials.

Die **Zementwerke** haben als Hauptaufgabe die Produktion von Zement mit einer konstant hohen Qualität zu einem möglichst tiefen Preis. Um möglichst wirtschaftlich produzieren zu können sowie die CO₂-Emissionen pro t Zement zu senken, werden alternative Brennstoffe aus Abfällen als Ersatz für z.B. Kohle eingesetzt. Der Einsatz von alternativen Brennstoffen ist dabei gesetzlich so geregelt, dass keine zusätzlichen Emissionen entstehen. Der Vorteil der Verwertung von Kunststoffabfällen im Zementwerk ist die Vermeidung des Einsatzes von knappen fossilen Energieträgern und deren Emissionen.

Die **Rezyklierer** verarbeitet Kunststoffabfälle zu hochwertigen Kunststoff-Regranulaten, die zur Herstellung von Rohren, Folien und Spritzgussteilen dienen. Der Vorteil der stofflichen Verwertung von Kunststoffabfällen ist die stoffliche Wiederverwertung des Ausgangsmaterials und somit die Vermeidung des Einsatzes von knappen fossilen Rohstoffen wie Erdöl.

Eine wichtige Grösse, die in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden muss, ist die **Energiedichte**. Die drei Verwertungswege KVA, Zementwerk und Rezyklierer haben verschiedene Interessenlagen bezüglich Gewicht bzw. Energie des zu verwertenden Materials: Für die KVA ist einerseits das Gewicht des Materials wichtig (das Primärprodukt der KVA ist die Dienstleistung Abfall-Inertisierung; die Wärme- und Stromproduktion ist quasi ein Nebenprodukt), da sie damit ihr Geld verdient. Andererseits ist aber auch die Energiedichte des Materials für die KVA wichtig, da sie damit die Feuerung optimieren kann. Für die Zementwerke ist grundsätzlich nur die Energie wichtig, je höher die Energiedichte, desto effizienter kann das Primärprodukt Zement hergestellt werden. Für den Rezyklierer ist dagegen nur das Gewicht von Interesse, der Energiegehalt des Materials hat keinerlei Relevanz für sie.

3.2.2 Anforderungen an die wichtigsten Akteurgruppen und deren Interessen

In Tabelle 3 sind die Akteurgruppen charakterisiert und deren Bedürfnisse und Anforderungen an die künftige Verwertung von Kunststoffabfällen aufgeführt.

Tabelle 3: Charakterisierung Akteurgruppen und Zusammenstellung wichtigster Bedürfnisse und Anforderungen an künftige Verwertung Kunststoffabfälle.

Charakterisierung Akteurgruppe	Bedürfnisse und Interessen im Zusammenhang mit Abfallentsorgung
<p>Abfallinhaber (private Haushalte, Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungsbetriebe) Abfall entsteht durch Herstellung von Produkten und deren Konsum</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wollen Abfall möglichst bequem entsorgen (wenig Aufwand für Abfallentsorgung bzw. Abfallrecycling) • Tiefe Gebühren • Min. Platzbedarf für Abfalltrennung und –bereitstellung • Dem Abfall wird üblicherweise kein Wert zugemessen
<p>Detailhandel Verkaufen Produkte, nehmen ausgewählte Abfallfraktionen retour</p>	<ul style="list-style-type: none"> • wenig Aufwand und minimale Kosten • min. Platzbedarf für Abfallmanagement • zufriedene Kundschaft und zufriedene Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (gutes Image)
<p>Logistik- und Recyclingunternehmen (Transporteure, Entsorger, Recycling-Unternehmungen) Abfälle entgegen nehmen, zwischengelagern, transportieren, verarbeiten</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Planungssicherheit • Gut ausgelastete Fahrzeuge und Anlagen • Planbare Mengen und homogene Qualität der gelieferten Kunststoffabfälle • Stabile Marktpreise für Zwischenprodukte bzw. möglichst solide Nachfrage
<p>Kehrichtverbrennungsanlagen Abfälle verbrennen, endlagergerechte Rückstände, Abwärme nutzen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Stabile Heizwerte • Gut ausgelastete Anlage / Planungssicherheit • Kosten deckender Betrieb • Geringe CO₂-Emissionen
<p>Zementwerke Klinker bzw. Zement herstellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kostengünstige, alternative Brennstoffe • Homogene Qualität angelieferter Kunststoffabfälle • Stabile Klinkerqualität • Keine Einschränkung des Zementwerkbetriebs • Geringe CO₂-Emissionen
<p>Verbände IG DHS, Städteverband, Kunststoffverband Schweiz KVS, VBSA, cemsuisse, PRS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Zufriedene Mitglieder • gutes Image bei Ansprechgruppen • „Gleich lange Spiesse“ für alle • Zuverlässiges Erreichen der Recyclingquote von 75% (PRS) • Angemessener Aufwand bzw. tiefe Kosten
<p>Öffentliche Hand Bund (BAFU), Kantone (Abfallsektionen), Gemeinden</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ressourceneffizienz • Möglichst geringe Umweltbelastung • Entsorgungssicherheit • Zufriedene Bürgerinnen und Bürger • Saubere Gemeinden

4 Beschreibung der Szenarien

4.1 Übersicht und Einführung

4.1.1 Was sind Szenarien?

Mit Hilfe von Szenarien werden mögliche, künftige Situationen beschrieben. Die Szenarien erheben nicht den Anspruch, die aus heutiger Sicht wahrscheinlichste Entwicklung abzubilden. Die Szenarien sind somit keine Prognosen, sondern „was-wäre-wenn“ Betrachtungen.

Die Szenarien beschreiben modellhaft das Aufkommen, die Sammlung und den Transport, die Aufbereitung und die Verwertung der Kunststoffabfälle in der Schweiz.

Es werden drei Szenarien unterschieden:

- Szenario 0: Fortsetzung des Status Quo (KVA-Szenario).
- Szenario 1: Vermehrte stoffliche Verwertung der Kunststoffabfälle (Recyclingszenario).
- Szenario 2: Vermehrte energetische Verwertung der Kunststoffabfälle in Zementwerken (Zementszenario).

4.1.2 Leitgedanken und grundsätzliche Festlegungen zur Szenarienbildung

Bei der Szenarienbildung wurden folgende Festlegungen getroffen:

- **Statisches Szenarien-Modell:** Für die Szenarien 1 und 2 wird bezüglich des Kunststoffabfalls von der heutigen Menge und Zusammensetzung ausgegangen. Eine zukünftig steigende oder sinkende Menge des Abfallaufkommens oder eine Änderung der Zusammensetzung wird in der vorliegenden Betrachtung nicht berücksichtigt (d.h. es wird keine dynamische Modellierung gemacht).
- **Realistische ExpertInneneinschätzung zur Ermittlung des Mengengerüsts der Szenarien:** Die Sammel-, Sortier- und Recycling-Quoten wurden für jede Abfallfraktion mit dem Lenkungsausschuss des Runden Tisches besprochen und festgelegt. Dabei wurde jeweils von „realistisch-maximalen“ Annahmen ausgegangen. D.h. es wird *innerhalb eines als realistisch eingeschätzten Rahmens* jeweils eine *maximale* Umlenkung der Stoffströme vorgenommen. Mögliche Abweichungen von diesen Einschätzungen werden innerhalb der Sensitivitätsbetrachtungen untersucht.
- **Bestehende, etablierte Separatsammlungen werden im Modell nicht verändert** (z.B. PET-Sammlung, EPS, Elektrische und elektronische Geräte). D.h. es bleibt bei diesen Kunststoffabfall-Fraktionen bei der Sammel-, Separier- und Verwertungsquote wie im Status Quo.

- **Die Verwertungsart der Kunststoffabfall-Fraktionen wird in erster Linie basierend auf deren Zusammensetzung ermittelt**, d.h. es steht die technische Machbarkeit der Verwertung im Vordergrund. Damit werden unter Umständen bestehende gesetzliche Vorgaben verletzt. Ist dies der Fall, werden entsprechende Überlegungen bei der Machbarkeitsbeurteilung der Umsetzung der Szenarien angestellt.
- **Ausgangslage für die Szenarienbildung sind die Stoffströme aus der Vorstudie Modul 1 und 2.** Es handelt sich bei den Mengenangaben in der vorliegenden Stoffstromanalyse immer um den *reinen* Kunststoff (siehe Abbildung 2). In vielen Abfallfraktionen liegt der Kunststoff verunreinigt (z.B. Joghurtbecher) oder als Teilmenge innerhalb eines Bauteils (z.B. Elektronikgeräte) vor.

4.2 Szenario 0: Fortsetzung des Status Quo (KVA-Szenario)

4.2.1 Charakterisierung Szenario 0

Das Szenario 0 beschreibt die gegenwärtige Kunststoffabfall-Verwertung. Szenario 0 dient als Vergleichszustand, bzw. Baseline für die Bewertung der Szenarien 1 und 2. Es bildet den heutigen in Kapitel 2.2 beschriebenen Zustand ab (siehe dazu Abbildung 2 in Abschnitt 2.2). Um für Szenario 0 ein vergleichbares Diagramm anzufertigen wie für Szenario 1 und 2 (Abbildung 6 und Abbildung 10) mussten die Stoffflüsse aus der Vorstudie entsprechend transformiert werden. Hierfür wurden die Tabellen aus Abbildung 6 und 7 des Berichts zu Modul 1+2 den Experten P. Geisselhardt und M. Model vorgelegt, um für die jeweiligen Fraktionen den heutigen Verwertungsweg zu bestimmen. Nicht abgefragt wurden die Zwischenschritte Sammlung und Sortierung (zum Teil existieren diese Prozesse heute auch noch gar nicht wie z.B. grosse Sortieranlagen). Diese Prozesse können somit nicht im Diagramm dargestellt werden (grauer Kasten).

Die wichtigsten Prozessschritte und Mengenströme des Szenarios 0 sind in Abbildung 3 dargestellt. Die Pfeildicke illustriert die Grösse des Mengenstroms. Diese ist ebenfalls jeweils über den Pfeilen in kt/a angegeben.

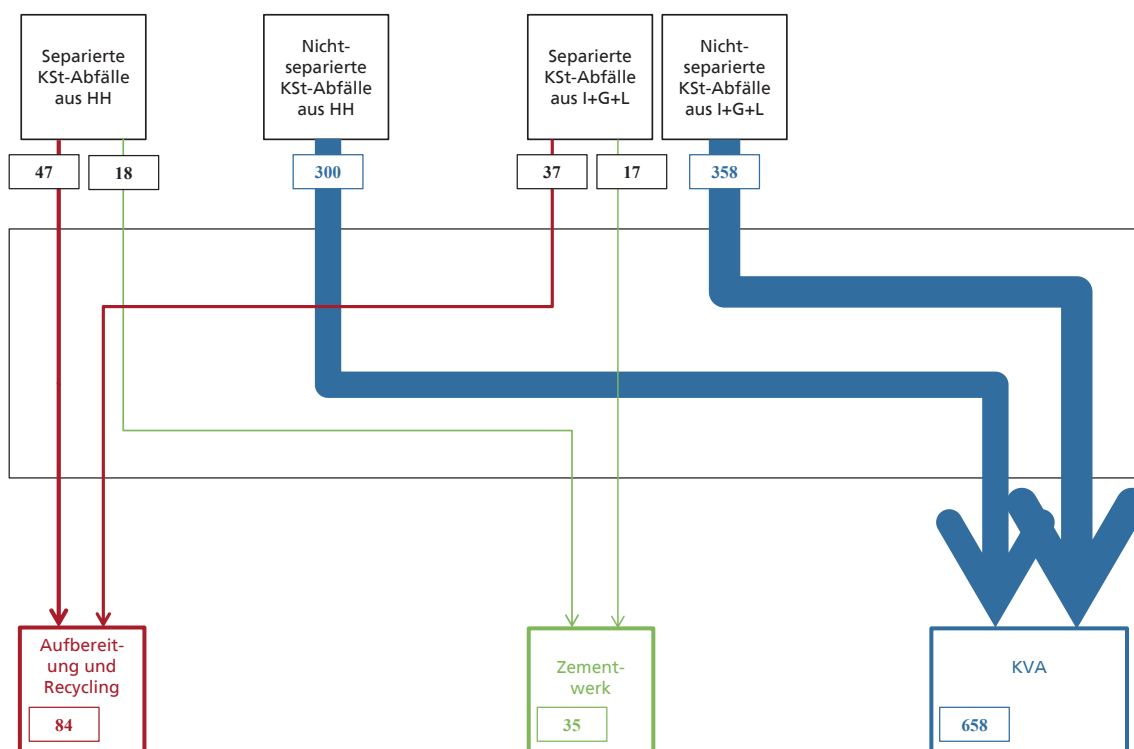


Abbildung 3: Schematische Darstellung der Mengenströme und Verwertungswege im Szenario 0 „Status Quo“ in kt/a.

4.2.2 Mengengerüst Szenario 0

Aus den in der Vorstudie erhobenen Angaben zum Konsum der einzelnen Kunststofffraktionen wurden zunächst die jährlich anfallenden Abfallmengen pro Fraktion berechnet. Es wurde dabei vereinfachend davon ausgegangen, dass kurzlebige Güter wie z.B. Folien und Flaschen noch im selben Jahr wieder als Abfall anfallen, d.h. die jährlich verbrauchte Menge entspricht auch dem jährlichen Abfallanfall. Langlebige Güter wie z.B. Möbel und Baumaterial haben eine längere Nutzungsdauer. Es bildet sich ein Lager, das erst nach und nach wieder abgebaut und somit zu Abfall wird. Zur Modellierung wurde davon ausgegangen, dass jährlich 56% dieser Güter wieder als Abfall anfallen¹⁰⁾.

In Abbildung 4 ist die heutige Verwertungssituation für Kunststoffabfall aus Haushaltungen aufgeführt.

10) Entspricht dem Quotienten 570'000 t zu 320'000 t, siehe Abbildung 2, Kunststoffströme Schweiz im Jahr 2010

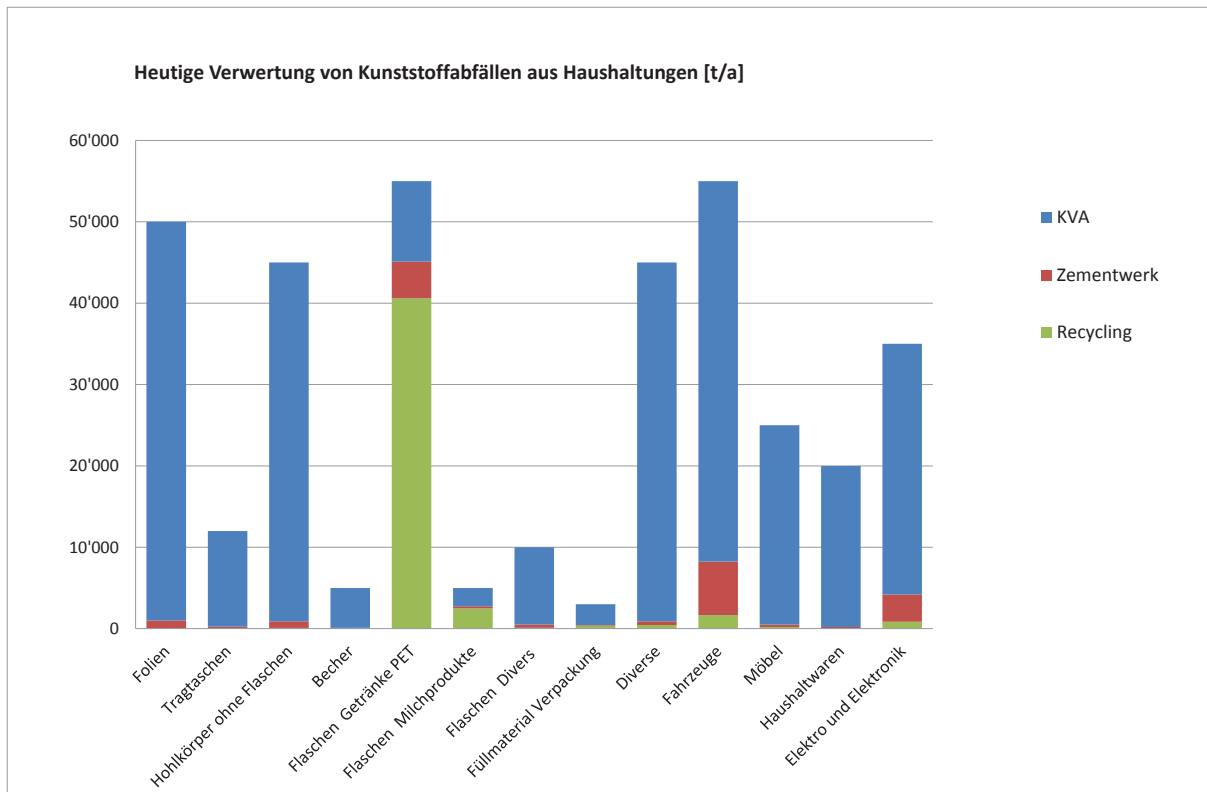


Abbildung 4: **Heutige Verwertung** von Kunststoffabfällen aus **Haushaltungen** nach Behandlungsweg (Gesamtmenge: 365'000 t/a).

Wichtige Abfallfraktionen aus dem Bereich Haushaltungen sind Folien (Lebensmittelverpackungen, Verpackungen Zeitschriften, Elektro-Geräte, etc.), Hohlkörper (Schalen, Dosen, Blister) und PET-Getränkeflaschen. Die jährlich anfallenden Mengen liegen zwischen 45'000 und 55'000 t. Der Verwertungsanteil ist, abgesehen vom PET, für das bereits ein eigenes Sammelsystem besteht, sehr klein. Weitere in Bezug auf die anfallende Menge wichtige Fraktionen sind Diverse (diverse Verpackungen, z.B. Kehrachtsäcke), Fahrzeuge sowie Elektro/Elektronik. Die jährlich anfallenden Mengen betragen hier zwischen 35'000 und 55'000 t. Die höchsten Verwertungsanteile weisen die PET-Getränkeflaschen sowie Flaschen Milchprodukte (HDPE-Flaschen) mit insgesamt 82% und 55% (Summe stoffliche und energetische Verwertung) auf.

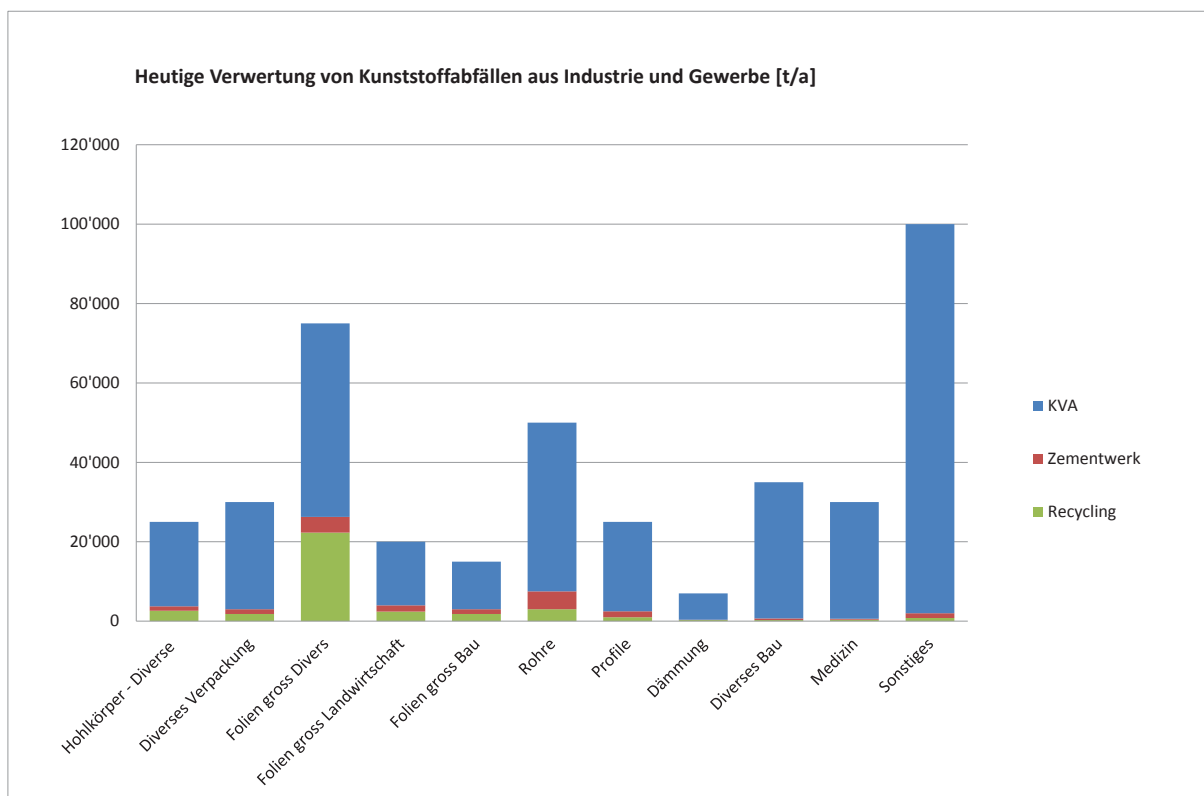


Abbildung 5: **Heutige Verwertung** von Kunststoffabfällen aus **Industrie und Gewerbe** nach Behandlungsweg (Gesamtmenge: 412'000 t/a).

Die wichtigsten Abfallfraktionen aus dem Bereich Industrie und Gewerbe sind die Fraktionen Folien gross Divers (Schrumpf-, Stretch-, Wickelfolien, Luftpolster, Sackware etc.) und Rohre. Die jährlich anfallenden Mengen betragen jeweils 75'000 und 50'000 t. Die Kunststofffraktion Folien gross Divers weist die mit Abstand höchste Verwertungsquote auf (35%, davon 30% stoffliche und 5% energetische Verwertung). Der Verwertungsanteil bei der Fraktion Rohre liegt bei insgesamt 15%. Weitere in Bezug auf die Menge bedeutende Fraktionen sind Diverses Bau (35'000 t), Medizin (30'000 t) und Diverses Verpackung (30'000 t). Die Verwertungsquote ist im Bereich Industrie und Gewerbe insgesamt etwas tiefer als im Bereich Haushaltungen.

In der Abbildung sind weiter rund 100'000 t Kunststoffabfälle aufgeführt, die in der Vorstudie (Modul 1+2) nicht näher zugeordnet werden konnten (Kategorie Sonstiges). Diese Kategorie „Sonstiges“ umfasst z.B. Spielsachen, Sportgeräte, etc. Der aktuelle Verwertungsanteil dieser Fraktion wird als sehr gering (gegen 0%) angesehen.

4.3 Szenario 1: Vermehrte stoffliche Verwertung (Recyclingszenario)

4.3.1 Charakterisierung Szenario 1 „Vermehrtes Recycling“

In Szenario 1 wird von einer erweiterten Erfassung der Kunststoffabfälle ausgegangen. Es wird dabei auf eine Kombination von gemischter und sortenreiner Sammlung gesetzt. Die gesammelten Kunststoffabfälle werden, wo technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll, bevorzugt in die *stoffliche Verwertung* gegeben.

In der folgenden Abbildung 6 sind die wichtigsten Prozessschritte und Mengenströme des Szenarios 1 dargestellt. Die Pfeildicke illustriert die Grösse des Mengenstroms. Diese ist ebenfalls jeweils über den Pfeilen in kt/a angegeben.

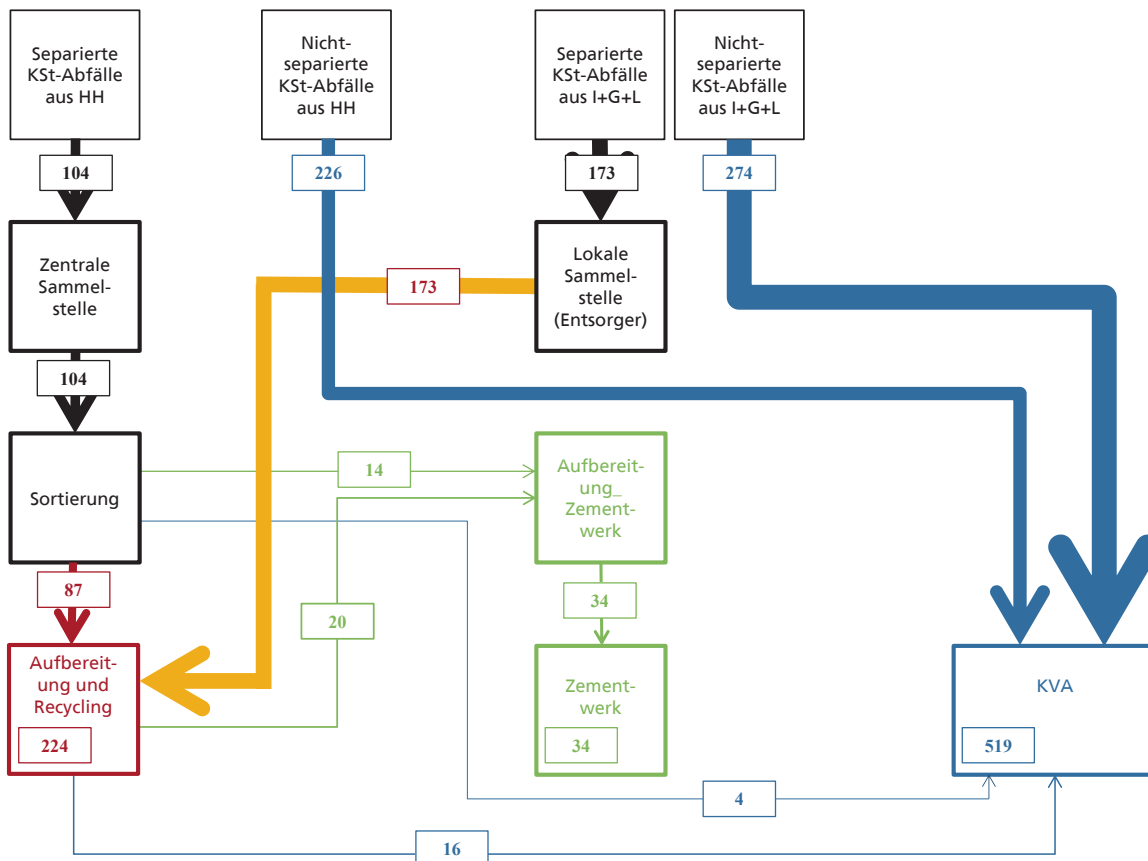


Abbildung 6: Schematische Darstellung der wichtigsten Prozessschritte und Mengenströme im Szenario 1 „Vermehrtes Recycling“ in kt/a.

4.3.2 Mengengerüst Szenario 1 „Vermehrtes Recycling“

In der Abbildung 7 ist die Entscheidungsmatrix vereinfacht dargestellt. Diese zeigt die Entscheidungspunkte für die verschiedenen Behandlungswege auf. Für jede Kunststoff-Abfallfraktion

wird bei den Punkten 1, 2 und 3 entschieden, welchen weiteren Weg die Kunststoffabfall-Fraktion nimmt.

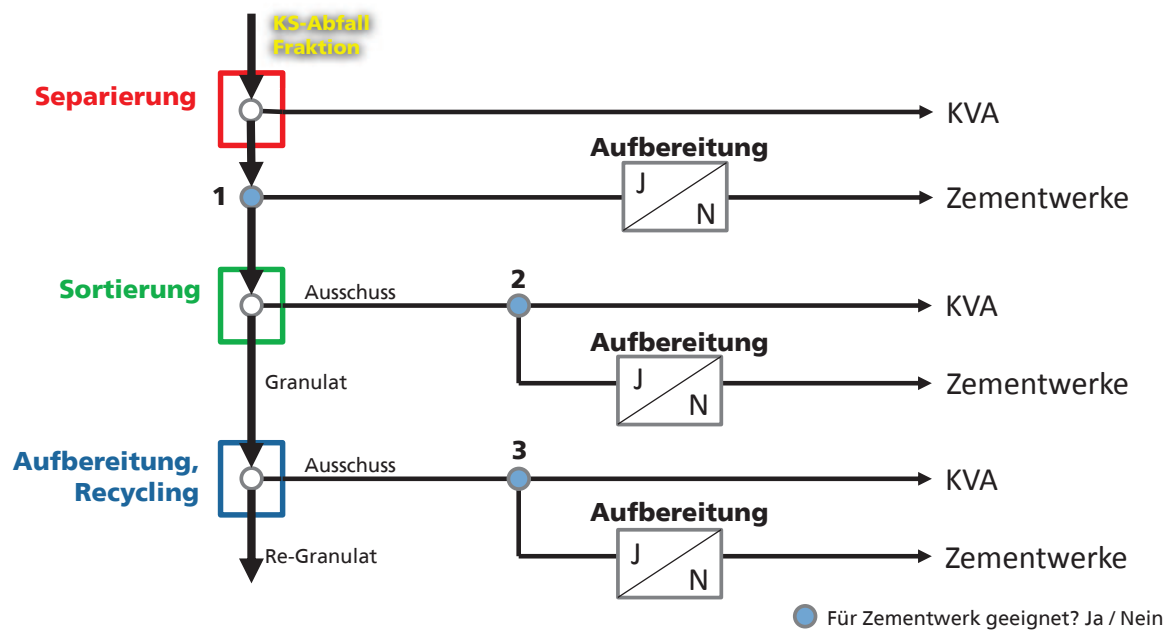


Abbildung 7: Einfaches Stoffflussmodell als Entscheidungsmatrix für die verschiedenen Behandlungswege.

Entscheidungspunkt 1: Kann die Kunststoffabfall-Fraktion recycelt *oder* im Zementwerk verwertet werden, wird zu Gunsten des Recyclings entschieden. D.h. die vom übrigen Abfall ausgekoppelte Menge des Kunststoffabfalls gelangt in die Sortierung und anschliessend in die Recyclinganlage.

Entscheidungspunkt 2: Eine gewisse Menge des Kunststoffabfalls aus der Sortierung fällt als Ausschuss an. Ist dieser Ausschuss für die Zementwerke als alternativer Brennstoff geeignet, wird die entsprechende Menge der Zementindustrie angerechnet.

Entscheidungspunkt 3: Eine gewisse Menge des Kunststoffabfalls aus der Recyclinganlage fällt als Ausschuss an. Ist dieser Ausschuss für die Zementwerke als alternativer Brennstoff geeignet, wird die entsprechende Menge der Zementindustrie angerechnet.

In Abbildung 8 sind die Mengen pro Kunststoffabfallfraktion aus Haushaltungen im Szenario 1 aufgeführt.

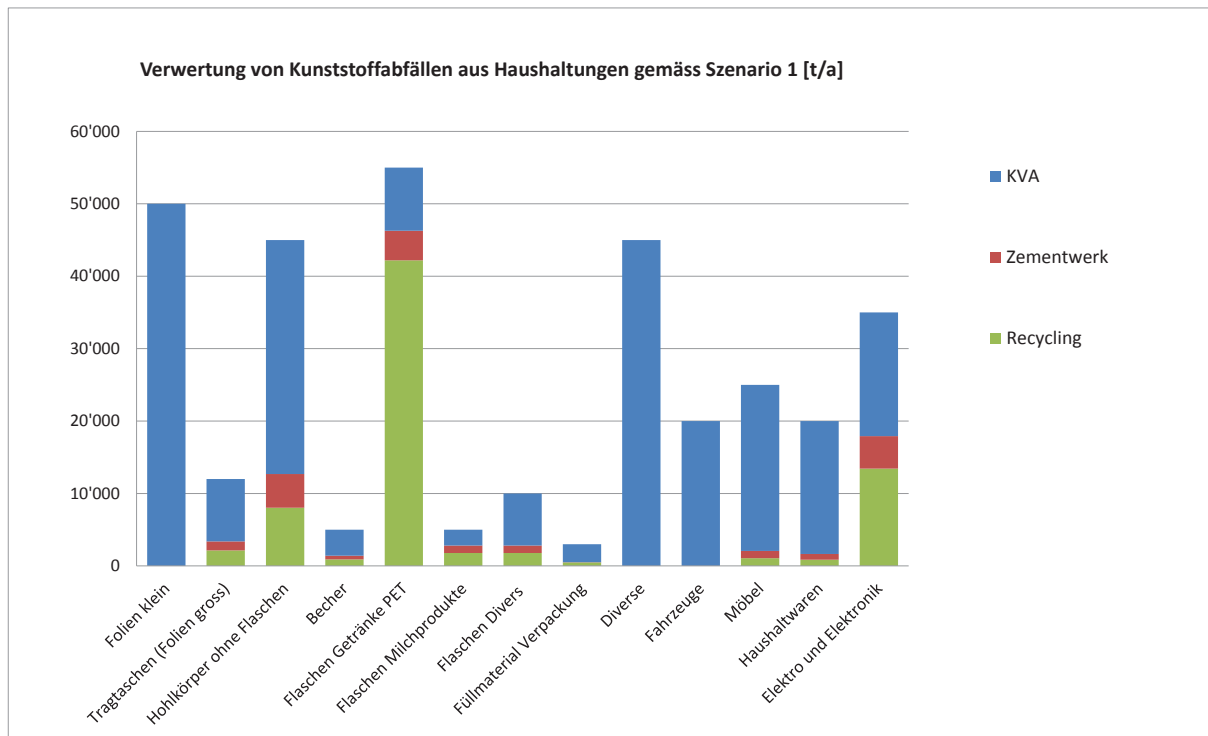


Abbildung 8: Verwertung von Kunststoffabfällen aus **Haushaltungen** nach Behandlungsweg gemäss **Szenario 1** „Vermehrtes Recycling“.

Gegenüber dem Status quo haben sich folgende Änderungen ergeben: Die Fraktionen Tragtaschen, Hohlkörper, Flaschen Divers, Möbel, Haushaltwaren sowie Elektro und Elektronik werden vermehrt separat gesammelt und rezykliert. Die grössten Veränderungen ergeben sich für die Fraktionen Tragtaschen (von 24 t auf 2'142 t), Hohlkörper (von 90 t auf 8'033 t) und Elektro und Elektronik (von 840 t auf 13'440 t). Die Fraktion Fahrzeuge wurde in den Szenarien 1 und 2 gegenüber Szenario 0 aufgrund von Experteneinschätzungen von 55'000 t auf 20'000 t korrigiert. Die überschüssigen 35'000 t werden neu in der Fraktion Sonstiges aufgeführt (siehe Abbildung 9 unten).

In Abbildung 9 sind die Mengen pro Kunststoffabfallfraktion aus Industrie und Gewerbe für das Szenario 1 aufgeführt.

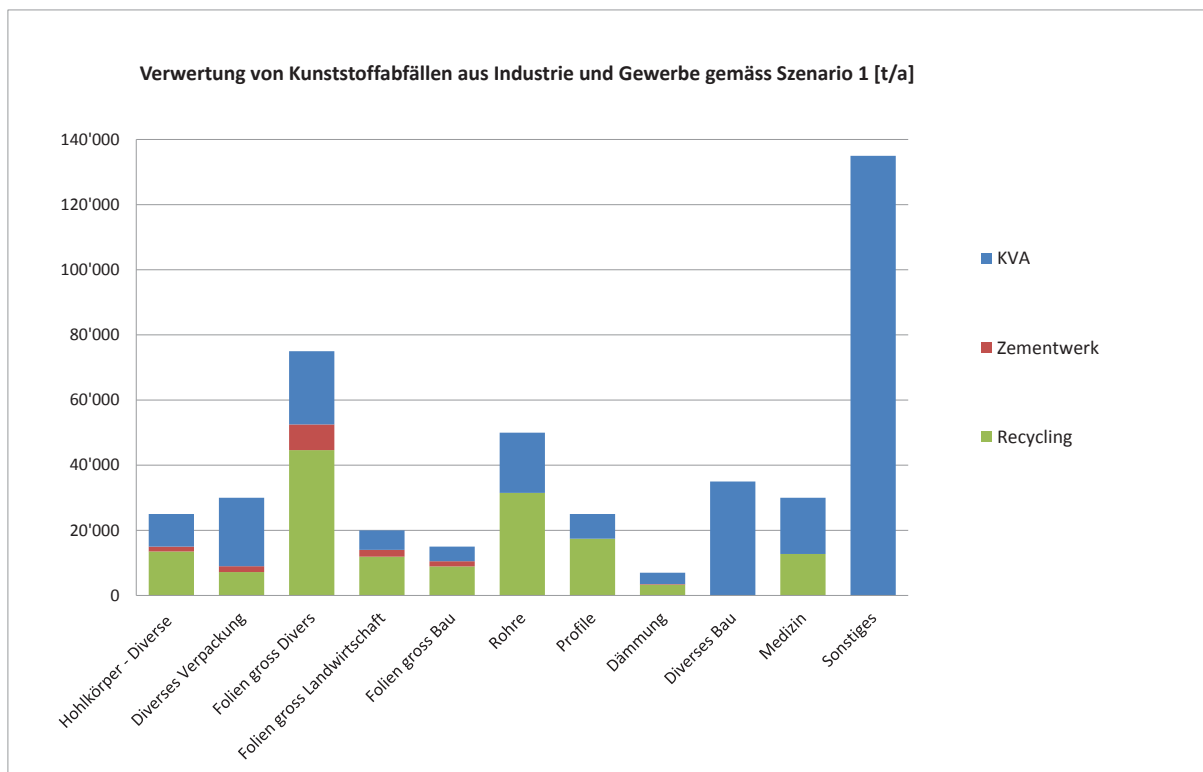


Abbildung 9: Verwertung von Kunststoffabfällen aus **Industrie und Gewerbe** nach Behandlungsweg gemäss **Szenario 1** „Vermehrtes Recycling“.

Gegenüber dem Status quo haben sich folgende Änderungen ergeben: Die Fraktionen Hohlkörper - Divers, Folien gross Divers, Folien gross Landwirtschaft, Rohre, Profile und Medizin werden vermehrt repariert und recycelt. Die grössten Veränderungen ergeben sich für die Fraktionen Rohre (von 3'000 t auf 31'500 t), Profile (von 1'000 t auf 17'438 t) und Medizin (von 360 t auf 12'750 t).

In der Abbildung sind weiter rund 135'000 t Kunststoffabfälle aufgeführt, die in der Vorstudie (Modul 1+2) nicht näher zugeordnet werden konnten. Diese Kategorie „Sonstiges“ umfasst z.B. Spielsachen, Sportgeräte, RESH, etc. Der aktuelle Verwertungsanteil dieser Fraktion wird als sehr gering (gegen 0%) angesehen.

4.4 Szenario 2: Vermehrte energetische Verwertung in Zementwerken (Zementszenario)

4.4.1 Charakterisierung Szenario 2 „Vermehrt in Zementwerk“

In Szenario 2 werden ebenfalls mehr Kunststoffabfälle separiert. Die Sammel- und Separierungsquoten sind hier im Vergleich zu Szenario 1 teilweise höher angesetzt, da die Kunststoffabfälle für eine energetische Verwertung nicht in der gleichen Reinheit vorliegen müssen, wie für eine stoffliche Verwertung. Die gesammelten Kunststoffabfälle werden in diesem Szenario bevorzugt in die *energetische Verwertung* gegeben.

In der folgenden Abbildung 10 sind die wichtigsten Prozessschritte und Mengenströme des Szenarios 2 dargestellt. Die Pfeildicke illustriert die Grösse des Mengenstroms. Diese ist ebenfalls jeweils über den Pfeilen in kt/a angegeben.

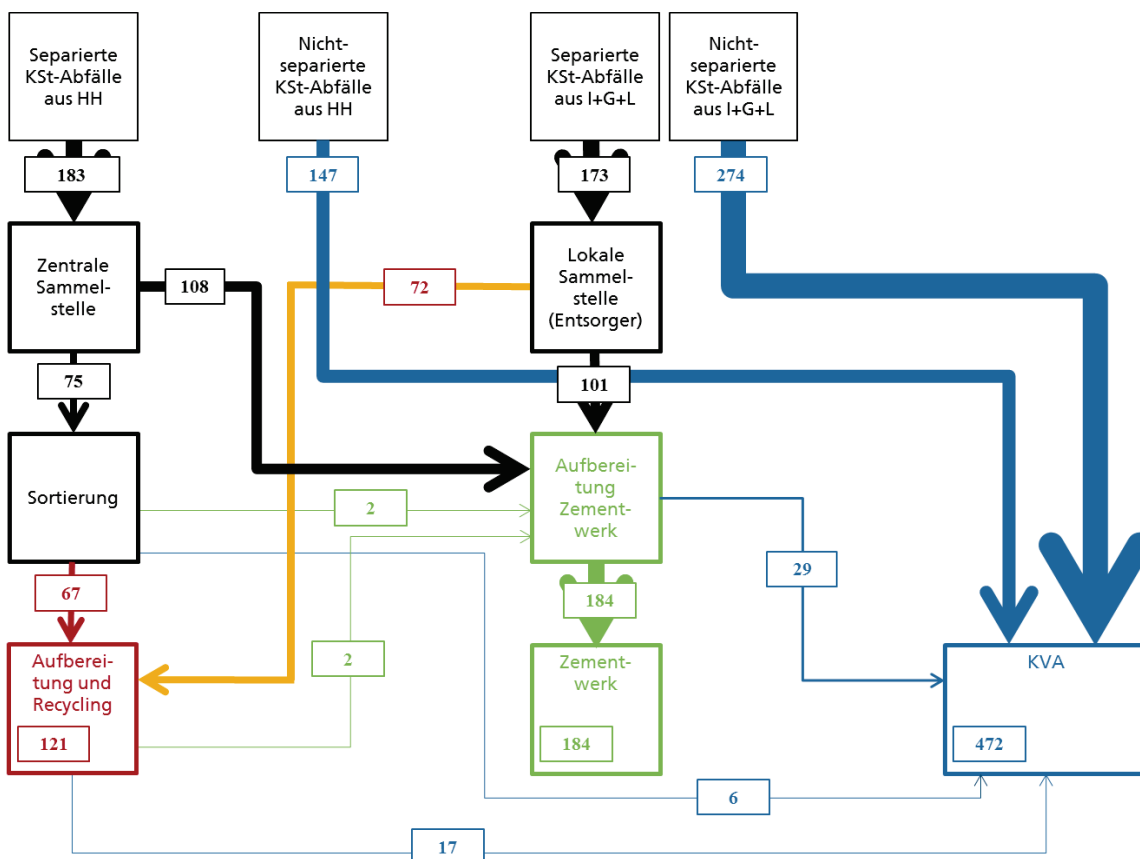


Abbildung 10: Schematische Darstellung der wichtigsten Prozessschritte und Mengenströme im Szenario 2 „Vermehrt in Zementwerken“ in kt/a.

4.4.2 Mengengerüst Szenario 2 „Vermehrt in Zementwerken“

Für jede Kunststoff-Abfallfraktion wird bei den Punkten 1, 2 und 3 entschieden, welchen weiteren Weg die Kunststoffabfall-Fraktion nimmt (vgl. Abbildung 7).

Entscheidungspunkt 1: Kann die Kunststoffabfall-Fraktion rezykliert *oder* im Zementwerk verwertet werden, wird zu Gunsten des Zementwerks entschieden. D.h. die vom übrigen Abfall ausgekoppelte Menge des Kunststoffabfalls gelangt in die Zementindustrie.

Entscheidungspunkt 2: Eine gewisse Menge des Kunststoffabfalls aus der Sortierung fällt als Ausschuss an. Ist dieser Ausschuss für die Zementwerke als alternativer Brennstoff geeignet, wird die entsprechende Menge der Zementindustrie angerechnet.

Entscheidungspunkt 3: Eine gewisse Menge des Kunststoffabfalls aus der Recyclinganlage fällt als Ausschuss an. Ist dieser Ausschuss für die Zementwerke als alternativer Brennstoff geeignet, wird die entsprechende Menge der Zementindustrie angerechnet.

In Abbildung 11 sind die Mengen pro Kunststoffabfallfraktion aus Haushaltungen für das Szenario 2 gezeigt.

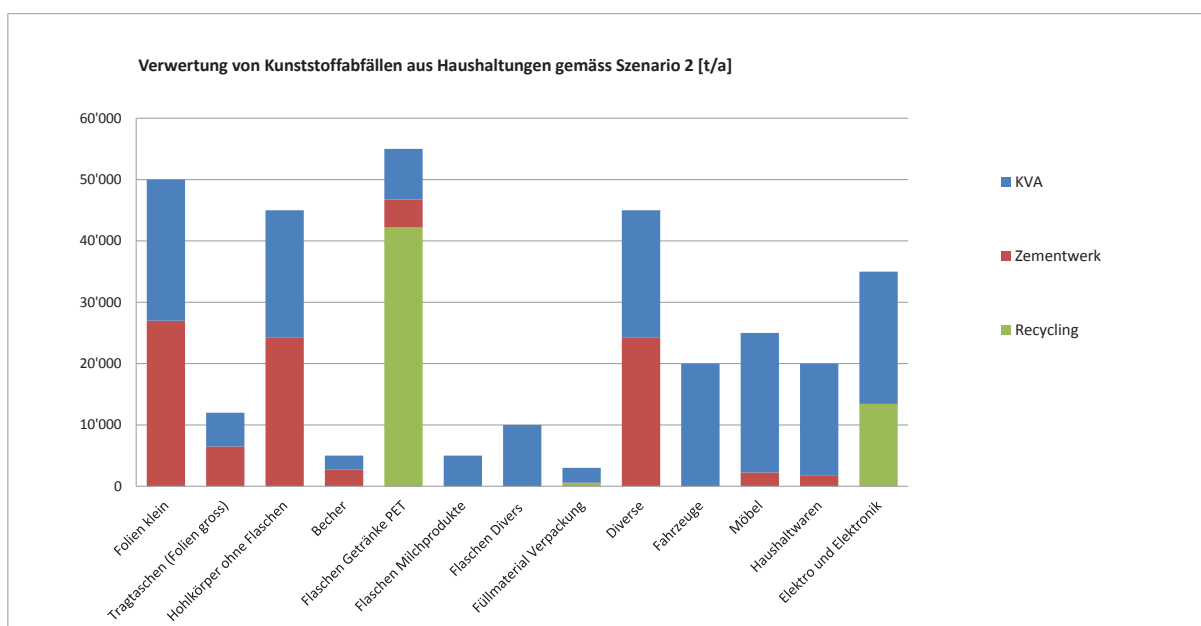


Abbildung 11: Verwertung von Kunststoffabfällen aus **Haushaltungen** nach Behandlungsweg gemäss **Szenario 2** „Vermehrt in Zementwerken“.

Gegenüber dem Status quo werden im Szenario 2 im Zementwerk vermehrt kleine Folien (von 1'000 t auf 27'000 t), Tragtaschen (von 216 t auf 6'480 t), Hohlkörper (von 810 t auf 24'300 t), Becher (von 80 t auf 2'700 t) sowie die Fraktion Diverse (von 450 t auf 24'300 t) als alternative Brennstoffe eingesetzt. Die Fraktion Fahrzeuge wurde in den Szenarien 1 und 2 gegenüber Szenario 0 aufgrund von Experteneinschätzungen von 55'000 t auf 20'000 t korrigiert. Die über-

schüssigen 35'000 t werden neu in der Fraktion Sonstiges aufgeführt (siehe Abbildung 12 unten).

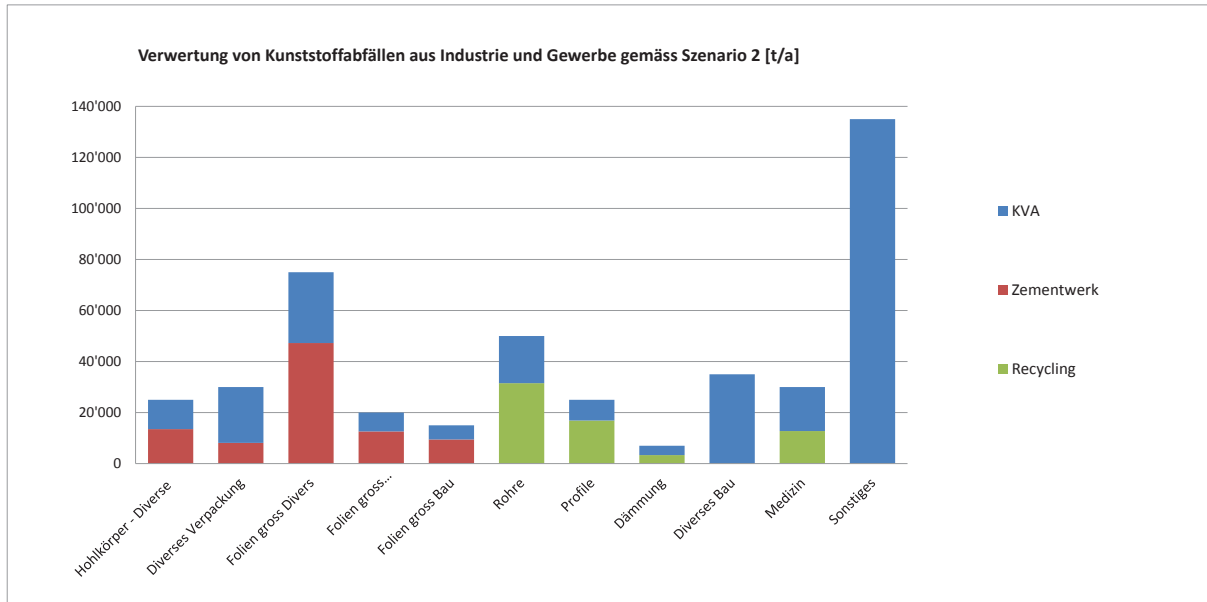


Abbildung 12: Verwertung von Kunststoffabfällen aus **Industrie und Gewerbe** nach Behandlungsweg gemäss **Szenario 2** „Vermehrt in Zementwerken“.

Gegenüber dem Status quo ergeben sich für den Bereich Industrie und Dienstleistungen folgende Änderungen: Die Fraktionen Hohlkörper - Divers, Diverses Verpackungen, Folien gross Divers, Folien gross Landwirtschaft und Folien gross Bau werden vermehrt als alternative Brennstoffe in Zementwerken eingesetzt. Die Veränderungen sind für sämtliche dieser Fraktionen gross: Hohlkörper – Divers von 1'125 t auf 13'500 t, Diverses Verpackungen von 1'200 t auf 8'100 t, Folien gross Divers von 3'938 t auf 47'250 t, Folien gross Landwirtschaft von 1'600 t auf 12'600 t und Folien gross Bau von 1'200 t auf 9'450 t.

In der Abbildung sind weiter rund 135'000 t Kunststoffabfälle aufgeführt, die in der Vorstudie (Modul 1+2) nicht näher zugeordnet werden konnten. Diese Kategorie „Sonstiges“ umfasst z.B. Spielsachen, Sportgeräte, RESH, etc. Der aktuelle Verwertungsanteil dieser Fraktion wird als sehr gering (gegen 0%) angesehen.

4.5 Übersicht Szenarien

In Abbildung 13 sind die Mengen und Behandlungswege der drei Szenarien in der Übersicht gezeigt.

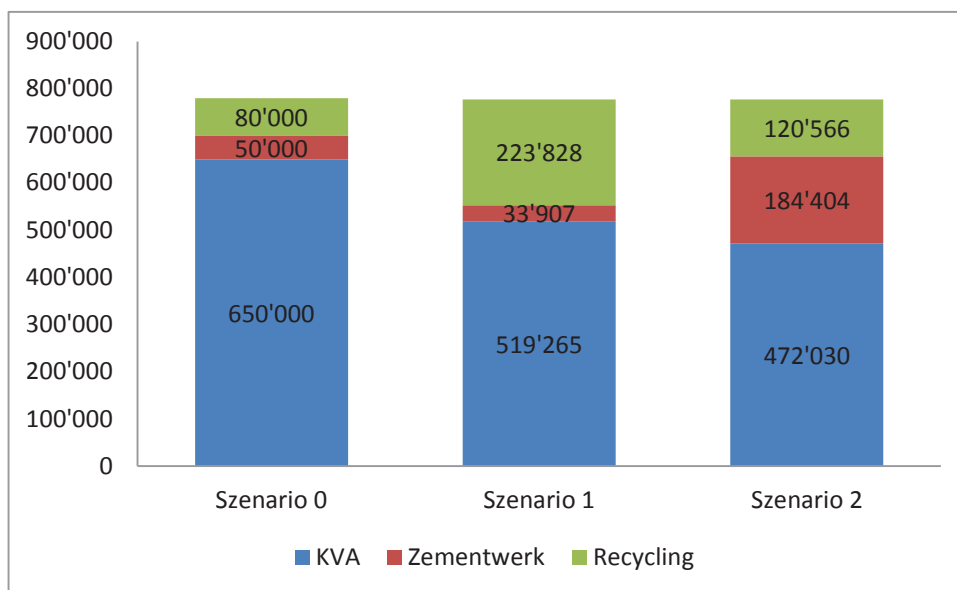


Abbildung 13: Mengen und Behandlungswege für Kunststoffabfälle pro Szenario in Tonnen.

In Szenario 0, dem Status Quo, werden 10% (80'000 t) der Kunststoffabfälle stofflich verwertet, 6% (50'000 t) werden als alternative Brennstoffe in Zementwerken eingesetzt und 83% (650'000 t) gelangen in die KVA.

In Szenario 1, dem Recyclingszenario, erhöht sich die stofflich verwertete Menge von 10% auf insgesamt 29% (224'000 t). Die in Zementwerken energetisch verwertete Menge sinkt von 6% auf 4% (34'000 t), und die in der KVA entsorgte Menge sinkt von 83% auf 67% (519'000 t). Es zeigt sich, dass das realistisch realisierbare Potential zur stofflichen Verwertung von Kunststoffabfällen mehr als ein Viertel der anfallenden Kunststoffabfälle abdecken würde. Die Entsorgung von Kunststoffabfällen in den KVA würde in diesem Szenario nach wie vor der dominierende Behandlungsweg bleiben.

In Szenario 2, dem Zement-Szenario, erhöht sich die stofflich verwertete Menge gegenüber dem Status Quo von 10% auf 16% (121'000 t). Dieser Anstieg ist auf eine verstärkte Separatsammlung von Kunststoffabfällen zurückzuführen. Die in Zementwerken energetisch verwerteten Kunststoffabfälle erreichen die maximale Menge von 24% (184'000 t), gegenüber heutigen 6%. Die KVA verliert gegenüber dem Status Quo an Bedeutung und geht auf 61% zurück (472'000 t). Es zeigt sich, dass das als realistisch realisierbare Potential zur energetischen Verwertung von Kunststoffabfällen in Zementwerken insgesamt maximal ein Viertel der anfallenden Kunststoffabfälle abdecken würde. Die Behandlung von Kunststoffabfällen in den KVA würde auch in diesem Szenario der dominierende Behandlungsweg bleiben.

5 Auswirkungen der Szenarien

Im folgenden Kapitel werden die Auswirkungen der Szenarien berechnet. Dafür werden zunächst in einem Grundlagenkapitel 5.1 die benötigten Grundlagen für die Modellierung sowie die getroffenen Annahmen dargelegt. In Abschnitt 5.1.1 sind die Grundannahmen zur Modellierung aufgeführt. In Abschnitt 5.1.2 werden die die gewählten Modellprozesse und die getroffenen methodischen Annahmen beschrieben. Es folgt in Abschnitt 5.1.3 eine kurze Abhandlung zum Umgang mit Modellunsicherheiten. Anschliessend werden in Abschnitt 5.1.4 die Grundlagen zur Berechnung der ökologischen Auswirkungen und in Abschnitt 5.1.5 die Grundlagen zur Berechnung der ökonomischen Auswirkungen dargelegt. Nach dem ausführlichen Grundlagenkapitel folgen die Berechnung der Investitionskosten (5.2), der Betriebskosten (5.3) sowie der Umweltbelastung (5.4) für die zwei festgelegten Szenarien¹¹⁾. In Abschnitt 5.5 werden zuletzt die Kriterien zur Beurteilung der Umsetzbarkeit der Szenarien vorgestellt.

5.1 Grundlagen und Annahmen

5.1.1 Grundannahmen zur Modellierung

a) Analyse der Veränderung (Delta-Betrachtung)

Die Auswirkungen der Szenarien wurden berechnet, indem die Differenz des jeweiligen Szenarios zur heutigen Situation betrachtet wurde (Delta-Betrachtung). Es werden somit keine Gesamtbelastungen pro Szenario ausgewiesen, sondern die gegenüber der heutigen Situation resultierende Differenz.

b) Prinzip der Nutzengleichheit (Nutzenkorbmethode)

Werden verschiedene Szenarien hinsichtlich ihrer ökonomischen und ökologischen Auswirkungen miteinander verglichen, muss zunächst eine einheitliche Vergleichsbasis gewählt werden. Dazu wird die Nutzenkorbmethode angewendet. Bei der Nutzenkorbmethode werden die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen - verursacht durch die *Erzeugung gleicher Produkte in gleicher Menge und Qualität nach unterschiedlichen Herstellungsmethoden* - miteinander verglichen. D.h., wenn in einem Szenario ein Teil der bisherigen Produkte wegfallen, müssen, damit die Szenarien immer noch den gleichen Nutzen aufweisen, diese Produkte anderweitig

¹¹⁾ In der vorliegenden Modellierung wird nicht berücksichtigt, dass in der Realität viele Fraktionen nicht sortenrein sind, eventuell als Verbundstoffe vorliegen und sich deshalb aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen für gewisse Behandlungsarten nicht eignen. In der Realität müsste für jede einzelne Fraktion festgelegt werden müsste, welches der bessere Weg ist

bereitgestellt werden. Der Nutzenkorb dient sozusagen als „ökonomische und ökologische Waagschale“. Als Beispiel: Wird in einem Szenario mehr Kunststoffabfall recycelt, fehlt die entsprechende Menge Wärme und Strom, die bei der Nutzung des Kunststoffabfalls in der KVA entstanden wäre. Wird hingegen mehr Kunststoffabfall thermisch genutzt, muss entsprechend mehr Primärkunststoff produziert werden. Der Vergleich der Szenarien erfolgt also unter der Vorgabe, dass die daraus resultierenden Nutzen in sich gleich bleiben müssen. Um diese Vergleichbarkeit zu gewährleisten müssen entsprechende Ersatzprozesse festgelegt werden (siehe Tabelle 6).

c) Modellierung des Kunststoffabfalls anhand der Netto-Kunststoffmenge plus Verunreinigung

Ausgangslage für die Modellierung der Kunststoffabfallströme sind die Stoffströme aus der Vorstudie Modul 1 und 2. Bei diesen Mengenangaben handelt es sich jeweils um den *reinen* Kunststoff. In vielen Abfallfraktionen liegt der Kunststoff jedoch *verunreinigt* vor (z.B. Joghurtbecher). Diese Verunreinigungen beeinflussen sowohl das transportierte Gewicht wie auch den Heizwert des Kunststoffabfalls. Um dies in der Modellierung entsprechend zu berücksichtigen, wird davon ausgegangen, dass am Kunststoffabfall im Schnitt 15% Verunreinigungen anhaften. Dies wird im Modell für die Transport-, Aufbereitungs- und Verwertungsprozesse entsprechend berücksichtigt, indem die Mengenströme jeweils mit einem Faktor 1.15 multipliziert werden.

Die Verunreinigungen tragen ausserdem dazu bei, dass der Heizwert des Kunststoffabfalls sinkt. Dies ist im verwendeten Ökoinventar-Modell für die Verwertung von Kunststoffabfall in der KVA bereits berücksichtigt. Das ökologische Modell geht von einer Kunststoffmischung verschiedener Plastiksarten sowie einem Wasseranteil von 15.3% aus. Der Heizwert der Mischung beträgt 30.8 MJ/kg (Quelle: ecoinvent Version 2.0).

d) Modellierung von Szenario 0

Die Berechnungen erfolgten auf Basis des Mengengerüsts für Szenario 1 und 2 (siehe Kapitel 4.3 und 4.4). Die Angaben für Szenario 0 liegen nicht in der gleichen Ausführlichkeit vor. So sind zwar die Stoffströme und ihre Verwertungswege bekannt, es fehlen jedoch Angaben zu Sammel- und Sortierprozessen sowie zur Aufbereitung in der Zementindustrie (siehe Abbildung 2). Für diese Prozesse mussten daher Annahmen getroffen werden, die in Tabelle 4 dokumentiert sind.

Tabelle 4: Annahmen zur Modellierung der Sammel- und Sortierprozesse in Szenario 0.

Problem	Modellannahme für Szenario 0
Die Menge der nicht-separierten Kunststoffabfälle ist nur als Summe bekannt.	Die prozentuale Aufteilung der nicht-separierten KSt-Abfälle aus HH und aus I+G+L (M1 und M2) entspricht derjenigen aus Szenario 1.
Die Menge der separierten Kunststoffabfälle ist nur als Summe bekannt.	Die prozentuale Aufteilung der separierten KSt-Abfälle aus HH und aus I+G+L (M11 und M13) entspricht derjenigen aus Szenario 1.
Der Prozess „Sortierung“ ist nicht abgebildet (bzw. existiert heute in dieser Form noch nicht).	Der Stoffstrom „KSt-Abfall in Sortierung“ (M11) ist Null. Der Stoffstrom „Ausschuss aus Sortierung in Aufbereitung_Zementwerk“ (M8) ist Null.
Der Prozess „Aufbereitung Zementwerk“ ist nicht abgebildet.	Die Stoffströme „Separierte KSt-Abfälle aus I+G+L in Aufbereitung_Zementwerk“ (M7), „Separierte KSt-Abfälle in lokale Sammelstelle“ (M7) sowie „Separierte KSt-Abfälle in Aufbereitung_Zementwerk“ (M7) entsprechen dem im Zementwerk verwerteten Stoffstrom in Szenario 0 (45'000 t). Der Stoffstrom „Ausschuss aus Aufbereitung_Zementwerk in KVA“ (M3) ist Null.

5.1.2 Modellprozesse und methodische Annahmen

a) Modellierung der verwendeten Prozesse

In Tabelle 5 sind die verwendeten Prozesse sowie die wichtigsten getroffenen Modellannahmen aufgeführt. Zusätzliche Information zu Modellierung sowie ökonomische und ökologische Indikatoren sind für jeden Prozess in Anhang A3 aufgeführt.

Tabelle 5: Modellannahmen für die in den Szenarien verwendeten Prozesse.

Prozess	Modellannahmen
Sammlung und Transport Kehrlichfahrzeug	Der Kunststoffabfall wird (als Teil des Haushaltkehrichts) mit dem Kehrlichfahrzeug eingesammelt und an die nächstgelegene KVA gebracht. Die durchschnittliche Distanz pro Fahrt beträgt 18 km.
Transport LKW	Der Kunststoffabfall wird mit einem Lastwagen vom Ort des Anfalls zum Zielort gebracht. Dies umfasst Fahrten zum Entsorger oder zur KVA, vom Entsorger weiter zu den Sortier-, Aufbereitungs- und Verwertungsanlagen sowie die Fahrten des bei den jeweiligen Sortier-, Aufbereitungs- und Verwertungsprozessen anfallenden Ausschusses zum jeweiligen Zielort. Der Kunststoffabfall kann dabei je nach dem lose oder gepresst vorliegen. Die durchschnittlich angenommenen Distanzen für die Transporte sind in Anhang A3 aufgeführt.
Betrieb lokale Sammelstelle	Der Kunststoffabfall aus I+G+L gelangt zum Entsorger (lokale Sammelstelle), wo er sortiert und gepresst wird. Die Sortierung erfolgt von Hand, die Volumenreduktion mittels eines Presscontainers.
Betrieb zentrale Sammelstelle	Der Kunststoffabfall aus Haushaltungen gelangt zur zentralen Sammelstelle, wo er sortiert und gepresst wird. Die Sortierung erfolgt von Hand, die Volumenreduktion mittels eines Presscontainers. Die Sammelstelle wird auf Basis eines heutigen Ökihofs im Kanton Zug modelliert und hat eine Kapazität von 25 t Kunststoffabfall pro Jahr.
Betrieb Sortierung	Der Kunststoffabfall aus HH wird von der zentralen Sammelstelle in eine Sortieranlage gebracht. Es handelt sich dabei um eine grosse Sortieranlage mit einem Förderband und einer Abscheidung von Fremdkörpern. Es wird im Modell von einer Sortierkapazität von 8'000 t Kunststoffabfall pro Jahr ausgegangen. Bei der Sortierung fällt Ausschuss an, der je nach Qualität in der Zementindustrie oder in der KVA verwertet wird.
Betrieb Recyclinganlage	Der sortierte HH-Kunststoffabfall aus der Sortieranlage sowie die geeigneten I+G+L-Fraktionen vom lokalen Entsorger gelangen in den Prozess „Aufbereitung und Recycling“. Hier werden die Kunststoffabfälle zerkleinert, gewaschen, getrocknet und extrudiert. Das Produkt, das sogenannte Re-Granulat, gelangt anschliessend auf den Markt. Im Modell wird von einer Anlage mit einer Kapazität von 17'000 t Kunststoffabfall pro Jahr ausgegangen.
Aufbereitung Kunststoffabfälle für Zementwerk	Der zur Verwertung in der Zementindustrie gesammelte Kunststoffabfall sowie der Ausschuss aus den Sortier- und Aufbereitungsprozessen, der für die Nutzung in Zementwerken geeignet ist, gelangt in eine Aufbereitungsanlage. In der Aufbereitungsanlage wird der Kunststoffabfall zu einblasfähigen Flakes zerkleinert. Es wird im Modell von einer Kapazität der Aufbereitungsanlage von 25'000 t Kunststoffabfall pro Jahr ausgegangen.
Betrieb Zementwerk	Die aufbereiteten Kunststoff-Flakes werden im Zementwerk als Ersatz für fossile Brennstoffe eingesetzt. Der Einsatz von Kunststoff-Flakes als Ersatzbrennstoff erfordert eine Erweiterung der Annahme, der Lagersilos und der Aufgabestruktur im Zementwerk. Bei der Annahme von Kunststoffabfall mit höherem Chlor-Gehalten muss zusätzlich ein Bypass installiert werden.
Betrieb KVA	Die Verwertung des Kunststoffabfalls in der KVA geschieht (als Teil des Haushaltkehrichts) unter Rückgewinnung von Strom und Wärme. Es wird im Modell von einer modernen KVA mit einem Wirkungsgrad von 11% für die Netto-Stromproduktion und 23% für die Netto-Wärmeproduktion ausgegangen. In der KVA fallen Rückstände an, die deponiert werden müssen.

Nicht im Modell berücksichtigt wurden die Transporte, die mit privaten Fahrzeugen getätigt werden, um Kunststoffabfälle zur Sammelstelle zu bringen. Es wird davon ausgegangen, dass

solche Fahrten immer im Zusammenhang mit anderen Tätigkeiten (z.B. Einkaufen) durchgeführt werden. Eine anteilmässige Zuordnung dieser Emissionen zur Tätigkeit „Kunststoffsammlung“ wäre theoretisch zwar möglich, aufgrund der schlechten Datenlage und des unverhältnismässigen Aufwandes wurde auf diese Modellierung jedoch verzichtet. Im Rahmen der Bewertung der Szenarien zeigte sich ausserdem, dass Transportprozesse von absolut untergeordneter Bedeutung sind.

b) Modellierung der Ersatzprozesse

Um zwischen den betrachteten Szenarien Nutzengleichheit herzustellen, müssen Ersatzprozesse berücksichtigt werden¹²⁾. Diese sind in Tabelle 6 aufgeführt. Die im Modell verwendeten Ersatzprozesse wurden an der Sitzung vom 27. Januar 2012 mit dem Lenkungsausschuss festgelegt. Zusätzliche Information zu Modellierung sowie ökonomische und ökologische Indikatoren sind für jeden Prozess in Anhang A3 aufgeführt¹³⁾.

Tabelle 6: Modellannahmen für die in den Szenarien verwendeten Ersatzprozesse.

Prozess	Modellannahmen
Bereitstellung Strom konventionell	Es wird im Modell angenommen, dass bei wegfallendem KVA-Strom stattdessen Strom mit einem modernen erdgasbetriebenen GUD-Kraftwerk bereitgestellt wird.
Bereitstellung Wärme konventionell	Es wird im Modell angenommen, dass bei wegfallender KVA-Wärme stattdessen Wärme mit kondensierenden und modulierenden Erdgasfeuerungen bereitgestellt wird.
Konventionelle Brennstoffe in Zementwerk	Es wird angenommen, dass bei der verstärkten Nutzung von Kunststoffabfällen als Brennstoffe in der Zementindustrie stattdessen weniger Kohle benötigt wird.
Bereitstellung primäres Kunststoffgranulat	Wenn mehr Re-Granulat auf den Markt kommt, fällt ein Teil der Produktion von primärem Kunststoffgranulat weg. Im Modell wird dieser Prozess mit der Produktion von primärem HDPE angenähert ¹⁴⁾ .

c) Modellierung des Kohleinsatzes in Zementwerken

In Szenario 1 und 2 wird zusätzlich gesammelter Kunststoffabfall als Ersatz für fossile Brennstoffe in Zementwerken eingesetzt. Für die Modellierung müssen dafür verschiedene Annahmen getroffen werden. Zum einen wird davon ausgegangen, dass der zusätzlich zur Verfügung stehende Kunststoff primär fossile Brennstoffe und keine anderen alternativen Brennstoffe wie z.B. Altöl oder Klärschlamm ersetzt. Weiter wird davon ausgegangen, dass mit dem eingesetzten

¹²⁾ Es wurde an dieser Stelle mehrfach diskutiert, warum die Produktion von Zement nicht als eigener Prozess in den Szenarien abgebildet wurde. Zement wird in beiden Szenarien in gleichen Mengen produziert unabhängig davon, ob der Brennstoff Kunststoffabfall oder Kohle ist. Daher „fällt“ dieser Prozess aus der Betrachtung heraus.

¹³⁾ Während bei den KVAs Strom und Wärmeproduktion gutgeschrieben werden, wird bei der Zementindustrie die Produktion von Fernwärme, Strom und die Verwendung von Abwärme zum Trocknen nicht gutgeschrieben. Dies ist eine Vereinfachung, die der Realität nicht mehr entspricht. Heute wird beispielsweise in den Zementwerken Eclépens und Siggenthal Fernwärme erzeugt und extern genutzt. Im Werk Siggenthal findet eine Trocknung von Klärschlamm statt und im Werk Untervaz wird mittels Wärmerückgewinnung Strom gewonnen.

¹⁴⁾ Der Anteil an PE beträgt in der Schweiz rund 26% (Redilo Bericht Modul 1 und 2). Dieser Anteil setzt sich zusammen aus HD- und LD-PE. Die nächsten mengenmässig wichtigsten Fraktionen sind PP mit 16% und PVC mit 15%.

Kunststoff ausschliesslich Kohle ersetzt wird. Als dritte Näherung wird vorausgesetzt, dass sich das Emissionsverhalten von Luftschadstoffen wie z.B. Schwermetallen durch den Einsatz von Kunststoff nicht ändert. Diese Näherung wird als zulässig erachtet, da jeder in Zementwerken eingesetzte Brennstoff die Emissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung sowie die eingesetzten Kunststoffe ausserdem die Grenzwerte der BAFU-Richtlinie *Entsorgung von Abfällen in Zementwerken* einhalten muss.

Die Zementproduktion als solches wird durch den Einsatz von alternativen Brennstoffen nicht tangiert. Es wird auch beim Einsatz von Kunststoff statt Kohle gleich viel Zement in der gleichen Qualität produziert. Daher muss dieser Prozess nicht im Modell abgebildet werden.

d) Modellierung des Kunststoffabfalls

In der vorliegenden Studie werden die jeweiligen Zusammensetzungen der Kunststoffabfälle nicht differenziert. Stattdessen wurde der Kunststoff HDPE (high-density Polyethylen), welches ein einfacher Massenkunststoff ist, als Leitgrösse für alle ökologischen und ökonomischen Bewertungen verwendet. Die gesamte Menge an HDPE im schweizerischen Kunststoffmarkt macht gemäss KVS jedoch lediglich ca. 10% aus. Dies hat gewisse Ungenauigkeiten zur Folge z.B. bei der Zuordnung der Kunststoffabfälle bezüglich Sortieraufwand oder bei der Berechnung des Heizwertes. Dies muss bei der Interpretation der Ergebnisse entsprechend berücksichtigt werden¹⁵⁾.

5.1.3 Umgang mit Modellunsicherheiten

Modellierungen sind naturgemäss immer mit Unsicherheiten behaftet. Es ist im Rahmen der Arbeit jeweils festzulegen, wie mit diesen Unsicherheiten umgegangen werden soll. In der vorliegenden Arbeit werden die Unsicherheiten sowie ihr Einfluss auf das Endergebnis hauptsächlich qualitativ diskutiert. Unsichere bzw. für das Ergebnis wichtige Parameter werden zudem einer Sensitivitätsanalyse unterzogen (siehe Abschnitt 6.3). Es wird in der vorliegenden Arbeit keine Fehlerrechnung durchgeführt.

5.1.4 Grundlagen zur Berechnung der ökologischen Auswirkungen

a) Datenbasis

Für die Modellierung der ökologischen Auswirkungen der untersuchten Szenarien wurden die benötigten Sachbilanzdaten für Transport- und Verwertungsprozesse der schweizerischen

¹⁵⁾ An der Sitzung vom 28.11.2012 mit Florian Erzinger vom Bafu und Fredy Dinkel von der Firma Carbotech wurde entschieden, die ökologische Bewertung nicht anhand des Kunststoffes HDPE durchzuführen, da dieser im Vergleich zu anderen Kunststoffen eine eher geringe Umweltbelastung aufweist. Der Wert für die Umweltbelastung der Kunststoffherstellung wurde neu als Mix anhand der Angaben zum Verbrauch der einzelnen Kunststoffarten (Bericht Redilo Modul 1+2, 2011, S. 40) gerechnet. Er beträgt neu 1'830 UBP/kg hergestelltem Kunststoff anstatt 1'330 UBP/kg hergestelltem Kunststoff.

Ökoinventar-Datenbank ecoinvent¹⁶⁾ entnommen. Wo keine Angaben in der Datenbank vorliegen (z.B. Betrieb einer zentralen Sammelstelle, Betrieb Sortieranlage), wurde die Umweltbelastung aufgrund des Energieverbrauchs modelliert. Für die Modellierung des Stromverbrauchs wurde jeweils der schweizerische Verbrauchsmix eingesetzt.

b) Bewertungsmethode

Am Workshop vom 24. November 2011 wurde festgelegt, die Methode der ökologischen Knappheit (schweizerische Umweltbelastungspunkte) als Indikator für die Umweltbelastung zu verwenden. Zentrale Grösse dieser Bewertungsmethode sind die Ökofaktoren, welche die Umweltbelastung einer Schadstoffemission resp. Ressourcenentnahme in der Einheit Umweltbelastungspunkte pro Mengeneinheit angeben. Die verwendeten Ökofaktoren berücksichtigen einerseits die aktuelle Emissionssituation in der Schweiz und widerspiegeln andererseits die schweizerischen Emissionsziele. Bei der Methode handelt es sich um eine sogenannt vollaggregierende Methode, d.h. sie erlaubt es, die Vielzahl unterschiedlicher Umweltbelastungen zu einem einzigen Punktwert zusammenzufassen¹⁷⁾.

c) Unsicherheiten in der ökologischen Bewertung

Dadurch, dass für Prozesse, für die in der Datenbank ecoinvent kein Ökoinventar vorlag, die Umweltbelastung anhand des Energieverbrauchs modelliert werden musste, kommt es zu einer gewissen Ungleichbehandlung innerhalb der Prozesse. Es muss davon ausgegangen werden, dass die der Ökoinventar-Datenbank ecoinvent entnommenen Prozesse grundsätzlich detaillierter abgebildet sind als diejenigen Prozesse, die nur über den Energieverbrauch modelliert werden (siehe dazu Tabelle 7). Durch die detailliertere Abbildung ist die Umweltbelastung dieser Prozesse tendenziell höher. Diese Ungleichbehandlung lässt sich nicht vermeiden, da es im Rahmen des vorliegenden Projektes nicht möglich war, eigene Ökoinventare zu erstellen. Es kann aber grundsätzlich angemerkt werden, dass es sich bei den betroffenen Prozessen (Sammeln, Sortieren, Shreddern) um rein mechanische Prozesse handelt. Es ist daher nicht davon auszugehen, dass Emissionen in grösserem Umfang (z.B. Lösungsmittel oder Partikel in Luft, Schwermetalle in Boden) stattfinden, die zu einer signifikant höheren Umweltbelastung führen würden. Eine Sensitivitätsanalyse, die mit einer zehnfach höheren Umweltbelastung für die Prozesse Sammeln, Sortieren und Shreddern durchgeführt wurde, ergab, dass die Auswirkungen auf das Gesamtergebnis a) gering sind und b) sich die Auswirkungen auf beide Szenarien ungefähr gleich stark auswirkt. Es kann daher geschlussfolgert werden, dass die hier verwendeten Modelle hinreichend robust sind.

¹⁶⁾ www.ecoinvent.org

¹⁷⁾ Eine ausführliche Beschreibung der Methode findet sich in Frischknecht R. et al. (2009): Methode der ökologischen Knappheit – Ökofaktoren 2006. Methode für die Wirkungsabschätzung in Ökobilanzen. Umwelt-Wissen Nr. 0906. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Tabelle 7: Quellen und Annahmen zur Modellierung der Umweltbelastung für die im Modell verwendeten Prozesse. Grau hinterlegt sind Prozesse, für die in der Ökoinventar-Datenbank ecoinvent keine Ökoinventare vorlagen, und die stattdessen anhand des Energieverbrauchs abgebildet wurden.

Prozess	Umwelt-Modell
Sammlung und Transport Kehrlichfahrzeug	ecoinvent , Betrieb LKW 28t CH EURO2
Transport LKW	mobitool , Güterverkehr/Strasse/Lastwagen
Betrieb lokale Sammelstelle, Presscontainer	Nur mit Stromverbrauch abgebildet (CH Verbrauchsmix)
Betrieb zentrale Sammelstelle, Presscontainer	Nur mit Stromverbrauch abgebildet (CH Verbrauchsmix)
Betrieb Sortierung	Nur mit Stromverbrauch abgebildet (CH Verbrauchsmix)
Betrieb Recyclinganlage	ecoinvent , Prozess Kunststoff-Regranulat
Aufbereitung Kunststoffabfälle für Zementwerk	Nur mit Stromverbrauch abgebildet (CH Verbrauchsmix)
Betrieb KVA	ecoinvent , Entsorgung, Kunststoffe, Mischung, 15.3% Wasser, in Kehrlichverbrennung (ohne Sammlung und Transport) – neu modelliert mit korrigiertem Dioxin- und TOC-Wert gemäss Carbotech
Bereitstellung Strom konventionell	Primärenergiefaktoren von Energiesystemen , ESU-Services, 2008, Erdgaskombikraftwerk GuD
Bereitstellung Wärme konventionell	ecoinvent , Nutzwärme, Erdgas, ab Heizkessel kond. mod. <100kW
Konventionelle Brennstoffe in Zementwerk	ecoinvent , Steinkohle - Mix, ab Regionallager; BAFU CO₂-Emissionsfaktoren , CO ₂ -Emissionen bei Verbrennung von Kohle
Bereitstellung primäres Kunststoffgranulat	ecoinvent , Kunststoffmix gerechnet anteilmässig über den Verbrauch der einzelnen Kunststoffarten in der Schweiz (Bericht Redilo Modul 1+2, 2011, S. 40)

Eine weitere Unsicherheitsquelle ergibt sich dadurch, dass die Bereitstellung von primärem Kunststoff mit der Bereitstellung von HDPE angenähert wurde. Wie bereits erwähnt, macht der Anteil an PE (Summe HDPE und LDPE) am Gesamtkunststoff in der Schweiz lediglich 26%¹⁸⁾ aus (jede andere Fraktion ist jedoch noch kleiner, siehe Modul 1+2). Die Wahl des Prozesses „Bereitstellung von Polyethylen-Granulat“ ist somit eine relativ grobe Annäherung an die Realität.

18) Der KVS schätzt, dass der Anteil an HDPE maximal 10% des schweizerischen Marktes ausmacht.

5.1.5 Grundlagen zur Berechnung der ökonomischen Auswirkungen

Am Workshop vom 24. November 2011 wurde festgelegt, für die ökonomische Bewertung der Szenarien die Investitions- und Betriebskosten der abgebildeten Prozesse zu berücksichtigen. Es wird dabei jeweils von Vollkosten ausgegangen.

In der vorliegenden Arbeit wird ein statisches Szenarien-Modell verwendet (siehe Abschnitt 4.1.2); es ist somit keine zeitabhängige Modellierung möglich. Dadurch entsteht der methodisch bedingte Effekt, dass die Neuinvestitionen für zusätzliche Anlagen alle zum selben Zeitpunkt getätigt werden. Dies ist in der Realität natürlich nicht der Fall.

Für die ökonomische Bewertung werden dieselben Systemgrenzen verwendet wie für die ökologische Bewertung. Dies bringt gewisse Nachteile mit sich. Während Umweltbelastungen global wirken, d.h. unabhängig vom Anfallsort, betreffen ökonomische Belastungen in der Regel unterschiedliche Akteure. Es können beispielsweise einzelne Unternehmen oder Branchen in der Schweiz betroffen sein, es kann die ganze schweizerische Volkswirtschaft betroffen sein oder es trifft einzelne Unternehmen im Ausland (z.B. Hersteller von Primärkunststoffen). Dies muss bei der Interpretation der Resultate berücksichtigt werden.

5.2 Berechnung der Investitionskosten

In Abbildung 14 sind für Szenario 1 (Recycling) und 2 (Zementindustrie) die *gegenüber der heutigen Situation* (Delta-Betrachtung) resultierenden Investitionskosten nach den Bereichen Transporte, Sammeln und Sortieren, Aufbereiten und Verwerten sowie Ersatzprozesse aufgeführt.

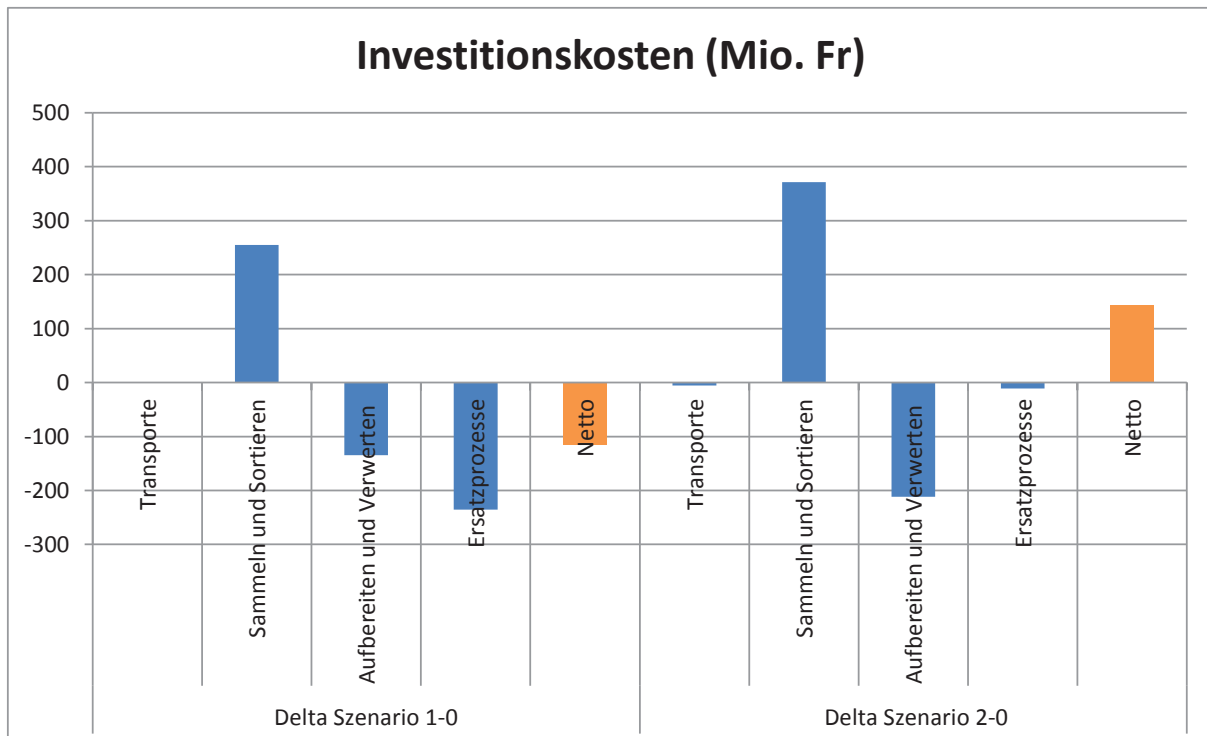


Abbildung 14: Investitionskosten für Szenario 1 (Recycling) und 2 (Zementindustrie) in Mio. Fr. im Vergleich zu Szenario 0.

In Szenario 1 kommt es gegenüber heute insgesamt zu Minderinvestitionen (-115.1 Mio. Fr.) während Szenario 2 zu Mehrinvestitionen führt (+142.7 Mio. Fr.).

Die Investitionskosten für den Transport sind gegenüber den anderen Prozessen praktisch vernachlässigbar. Zum einen sind diese Kosten gegenüber den Investitionen grosser Prozessanlagen sehr klein, und zum anderen gleichen sich wegfallende und neu dazukommende Transporte praktisch wieder aus. So entsprechen die Investitionskosten für Transporte des Szenario 1 denjenigen des Szenario 0, bei Szenario 2 sinken die Kosten um 5.5 Mio. Fr.

Grosse Investitionen müssen hingegen in beiden Szenarien für den Aufbau von Sammelstellen und Sortieranlagen getätigt werden. In Szenario 1 betragen die Investitionen hierfür rund 255 Mio. Fr. In Szenario 2 sind zusätzliche Investitionen von knapp 371 Mio. Fr. zu gewärtigen. In Abbildung 15 sind die Investitionskosten für den Teilprozess Sammeln und Sortieren im Detail aufgeführt. Es sind für beide Szenarien zusätzliche Investitionen für lokale und zentrale Sammelstellen sowie für Sortieranlage zu tätigen.

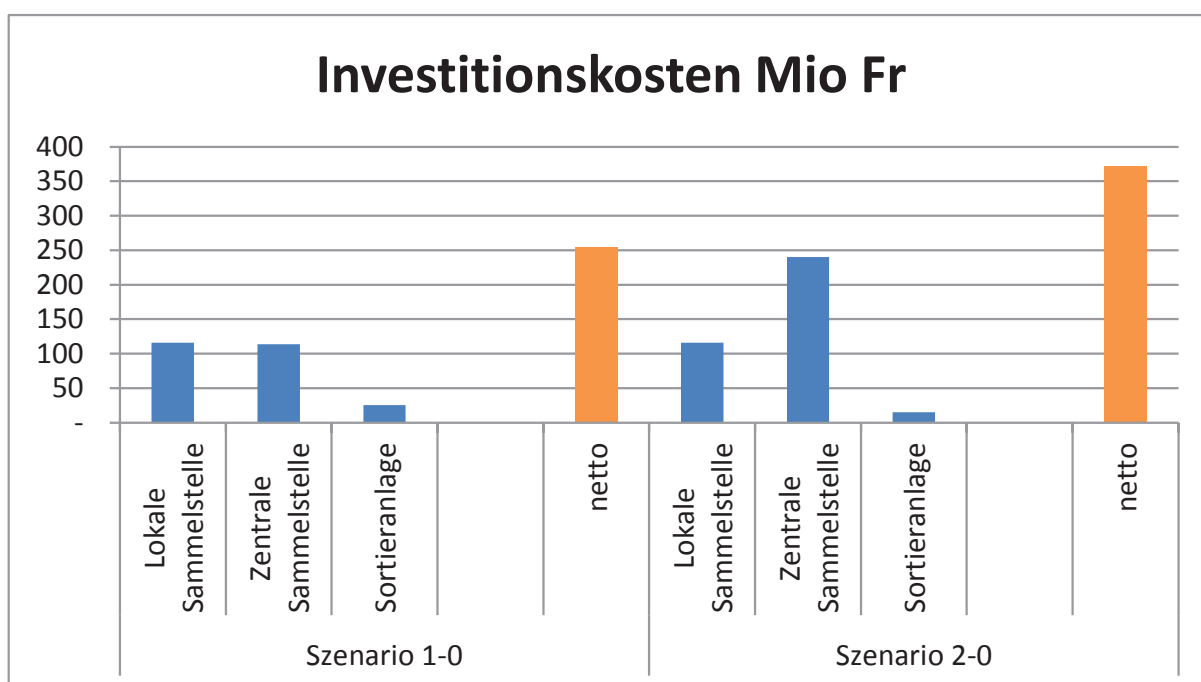


Abbildung 15: Investitionskosten für den Teilprozess Sammeln und Sortieren für Szenario 1 (Recycling) und 2 (Zementindustrie) in Mio. Fr. im Vergleich zu Szenario 0.

Längerfristig wird bei beiden Szenarien mit negativen Investitionskosten im Bereich Aufbereitung und Verwertung gerechnet. Dies weil langfristig weniger Kapazität bei den KVA bereitgestellt werden muss. Neue Aufbereitungs- und Recyclinganlagen sowie Anpassungen in den Zementwerken erfordern zwar Neuinvestitionen, fallen aber weniger ins Gewicht als die Reduktion der KVA-Kapazität.

Bei den Ersatzprozessen fallen in beiden Szenarien netto negative Investitionskosten an. In Szenario 1 müssen rund 235 Mio. Fr. weniger investiert werden. Zwar müssten rund 51 Mio. Fr. neu in konventionelle Strom- und Wärmeerzeugung investiert werden, dafür aber betragen die Einsparungen bei der Primärkunststoffherstellung rund 287 Mio. Fr. In Szenario 2 müssten insgesamt rund 11 Mio. Fr. weniger in Ersatzprozesse investiert werden. Auf der einen Seite ergeben sich Mehrinvestitionen für konventionell erzeugter Strom und Wärme, da in diesem Szenario mehr Kunststoffabfälle den KVA entzogen werden und somit auch weniger nutzbare Abwärme anfällt. Die Neuinvestitionen in konventionelle Strom- und Wärmeerzeugung würden hier rund 70 Mio. Fr. betragen, während bei der Primärkunststoffherstellung gegenüber heute rund 81 Mio. Fr. eingespart würden.

5.3 Berechnung der Betriebskosten

In Abbildung 16 sind die *gegenüber der heutigen Situation* resultierenden Betriebskosten (Delta Betrachtung) nach den Bereichen Transporte, Sammeln und Sortieren, Aufbereiten und Verwerten sowie Ersatzprozesse aufgeführt.

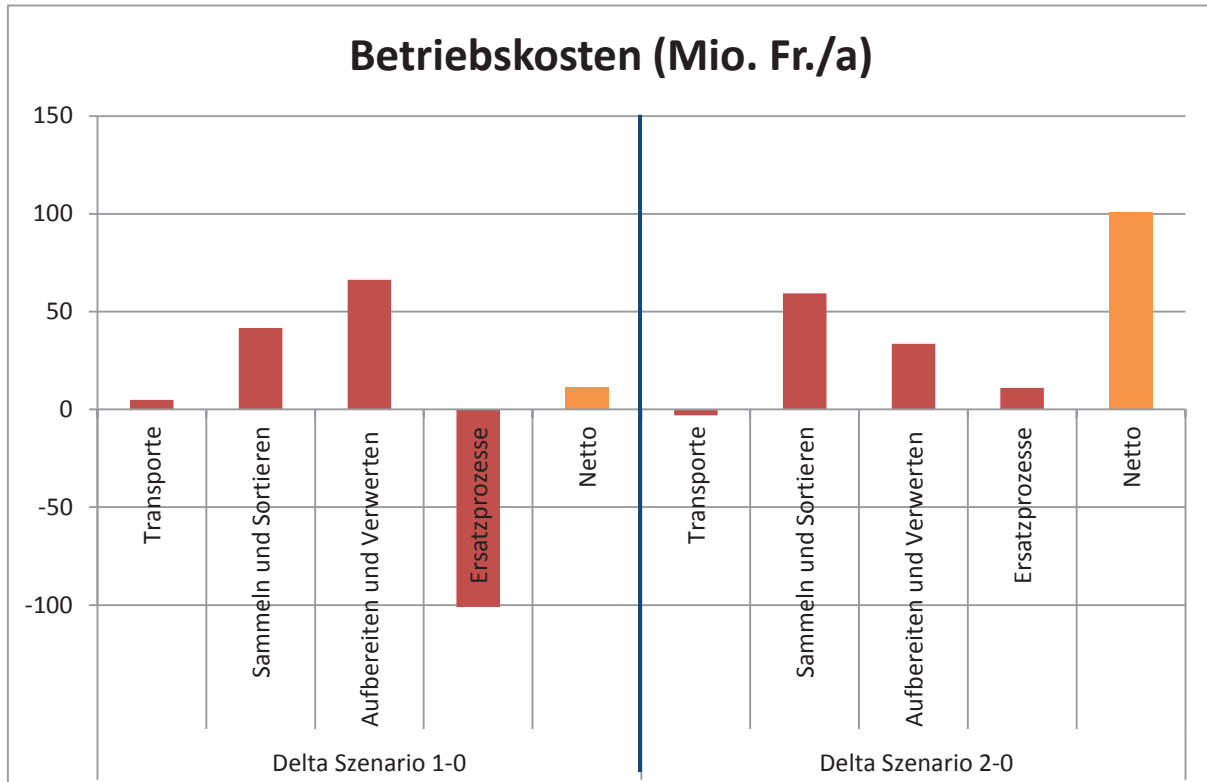


Abbildung 16: Betriebskosten für Szenario 1 (Recycling) und 2 (Zementindustrie) in Mio. Fr./a im Vergleich zu Szenario 0.

Die beiden Szenarien unterscheiden sich bezüglich des Anstiegs der jährlichen Betriebskosten (immer im Vergleich zu Szenario 0) signifikant. In der Summe kommt es bei Szenario 1 zu einem leichten Mehraufwand von rund 12 Mio. Fr. jährlich, während in Szenario 2 rund 101 Mio. Fr. pro Jahr mehr aufgewendet werden müssten. In Szenario 1 kommt es zu Mehrkosten vor allem beim Sammeln und Sortieren (41.5 Mio. Fr.) und beim Aufbereiten und Verwerten (66.3 Mio. Fr.). Bei den Ersatzprozessen kommt es zu einer Reduktion der Betriebskosten um 101 Mio. Fr. Hier wirkt sich vor allem die Einsparung der Produktion von Primärkunststoff aus (-166 Mio. Fr.), welche die zusätzlichen Betriebskosten in der Strom- und Wärmeproduktion (rund 61 Mio. Fr.) überkompensiert. In Szenario 2 kommt es zu Mehrkosten vor allem beim Sammeln und Sortieren (59.4 Mio. Fr.) und beim Aufbereiten und Verwerten (33.6 Mio. Fr.). Im Gegensatz zu Szenario 1 ergibt sich hier bei den Ersatzprozessen ein Mehraufwand bei den Betriebskosten. Zwar ergibt sich sowohl beim Kohlersatz wie auch beim Primärkunststoffersatz eine Einsparung, die-

se wird aber durch die zusätzlichen Betriebskosten bei der Strom- und Wärmeproduktion wieder kompensiert.

5.4 Berechnung der Umweltauswirkung

In Abbildung 17 ist die für Szenario 1 (Recycling) und 2 (Zementindustrie) gegenüber der heutigen Situation resultierende Umweltbelastung (Deltabetrachtung) nach den Bereichen Transporte, Sammeln und Sortieren, Aufbereiten und Verwerten sowie Ersatzprozesse aufgeführt.

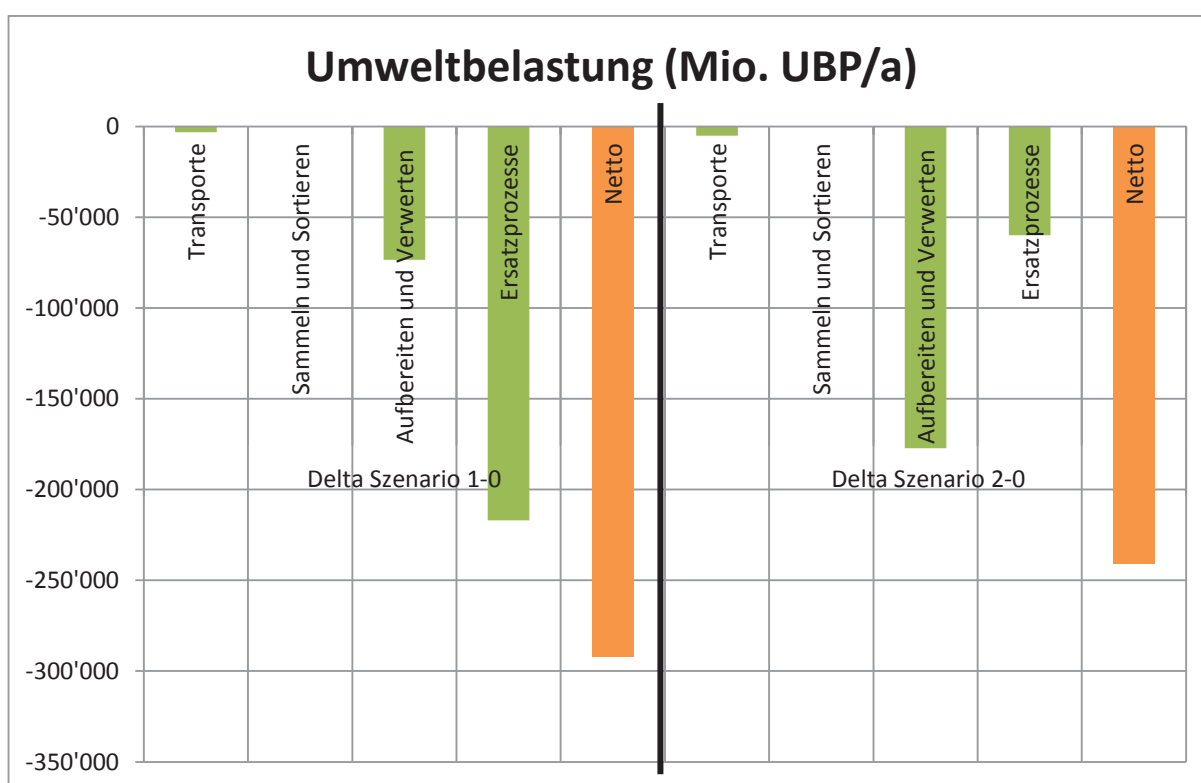


Abbildung 17: Umweltbelastung für Szenario 1 (Recycling) und 2 (Zementindustrie) in UBPl/a im Vergleich zu Szenario 0.

Sowohl vermehrtes Recycling als auch vermehrter Einsatz von Kunststoffabfällen in Zementwerken führen im Vergleich zur heutigen Situation zu einer starken Reduktion der Umweltbelastung. In der Summe kommt es bei Szenario 1 zu einer Reduktion der Umweltbelastung von insgesamt rund 292'000 Mio. Umweltbelastungspunkten, in Szenario 2 beträgt die Reduktion der Umweltbelastungspunkte insgesamt rund 241'000 Mio.

Die Umweltbelastung des Transports ist, wie auch bei den Kosten, gegenüber den anderen Prozessen von geringer Bedeutung. Sowohl in Szenario 1 wie auch in Szenario 2 kommt es hier nur zu einer geringfügigen Entlastung der Umwelt. Dies liegt daran, dass zwar weniger Transporte

mit dem (umweltbelastenderen) Kehrlichtfahrzeug, aber mehr Transporte mit dem LKW (separierte Kunststoffe) durchgeführt werden.

Die Umweltbelastung, die durch das Sammeln und Sortieren verursacht wird, ändert bei beiden Szenarien gegenüber heute mit einer Zunahme von 1'950 (Szenario 1), bzw. 1'462 Mio. Umweltbelastungspunkten (Szenario 2) praktisch nicht (daher nicht sichtbar in Abbildung 17).

Eine starke Umweltentlastung resultiert bei Szenario 1 bei den Ersatzprozessen. Diese Umweltentlastung kommt hauptsächlich durch die eingesparte Primärkunststoffproduktion zustande. Eine zusätzliche Entlastung kommt dadurch zustande, dass weniger Kunststoff in der KVA verwertet wird. Dies ist sichtbar im negativen Balken beim Prozess Aufbereiten und Verwerten.

In Szenario 2 ergibt sich die grösste Umweltentlastung beim Prozess Aufbereiten und Verwerten. Die Umweltentlastung fällt hier bei Szenario 2 stärker aus, weil vergleichsweise grössere Kunststoffabfallmengen den KVA entzogen werden und weil die Kunststoffe nicht vorbehandelt werden müssen. Ebenfalls eine Umweltentlastung ergibt sich bei den Ersatzprozessen. Diese kommt unter anderem dadurch zustande, dass durch den Ersatz von Kohle mit Kunststoffen weniger CO₂-Emissionen im Zementwerk entstehen.

5.5 Kriterien zur Beurteilung der Umsetzbarkeit der Szenarien

5.5.1 Einleitende Überlegungen und Beurteilungskriterien

Mit der Machbarkeit wird die Umsetzung der beiden Szenarien aus heutiger Sicht beurteilt. Es wird untersucht, ob Widersprüche zwischen der angestrebten Umsetzung und bereits vorhandenen Erkenntnissen bestehen. Die nachfolgenden Überlegungen sollen Chancen und Risiken aufzeigen, die bei der Realisierung zu gewärtigen bzw. bei der Umsetzung zu berücksichtigen sind. Die Machbarkeit wird an Hand nachstehender Kriterien diskutiert:

- Entsorgungssicherheit
- Marktrisiken
- Finanzierung
- Technische Machbarkeit
- Rechtskonformität

Die Umsetzbarkeit der beiden Szenarien wird gleich wie bei den ökonomischen und ökologischen Auswirkungen in Relation zur heutigen Situation beurteilt (Deltabetrachtung).

5.5.2 Entsorgungssicherheit

Definition, Anforderung

Die Entsorgungssicherheit wird hier so verstanden, dass auch künftig jederzeit die Behandlung der Kunststoffabfälle gemäss den Schweizer Vorschriften im Inland gewährleistet sein muss.

Fragestellung

Bei Szenario 1 wird gegenüber heute aus Kunststoffabfällen zusätzlich rund 144'000 Tonnen Re-Granulat hergestellt und bei Szenario 2 gegenüber heute rund 134'000 Tonnen mehr alternative Brennstoffe aus Kunststoffabfällen eingesetzt. Bei der Entsorgungssicherheit soll beurteilt werden:

- wie die Planbarkeit der erforderlichen Infrastruktur- und Anlagekapazitäten beeinflusst werden
- welche Auswirkungen allenfalls vorkommende Schwankungen bei Menge und Qualität der separat gesammelten Kunststoffabfälle auf die Entsorgungssicherheit haben könnten.

Diskussion, Erwägungen

Planbarkeit: Heute werden rund 650'000 Tonnen Kunststoffabfälle und damit über 80% des Aufkommens in Schweizer KVA behandelt. Diese Anlagen sind im Besitz der öffentlichen Hand (Zweckverbände, Gemeinden oder Städte). Die Gemeinden und Städte können als Besitzer und Betreiber sehr direkt die Planung der Kapazitäten beeinflussen. Die KVA-Kapazitäten werden typischerweise über 20 bis 30 Jahre genutzt und müssen während dieser Zeit gut ausgelastet sein, um ein wirtschaftlich gutes Ergebnis erzielen zu können (wegen vergleichsweise hohem Fixkostenanteil).

Sowohl bei vermehrtem Recycling der Kunststoffabfälle als auch bei vermehrtem Einsatz der Kunststoffabfälle als alternative Brennstoffe in der Zementindustrie würden Akteure aus der Privatwirtschaft eine wesentlich grössere Rolle als heute spielen. Somit ist eine vermehrte Zusammenarbeit der öffentlichen Hand mit der Privatwirtschaft erforderlich (PPP). Dieses Modell ist in der Abfallbehandlung bzw. beim Abfallrecycling in der Schweiz etabliert. Das Engagement der Privatwirtschaft ist aber von weiteren, auch exogenen Faktoren abhängig (vgl. Kapitel 5.5.3 Marktrisiken).

Schwankungen bei Menge und Qualität: Für das gute Funktionieren der Verwertung der Kunststoffabfälle müssen auch künftig die Kapazitäten über die gesamte Prozesskette aufeinander abgestimmt sein (Sammellogistik, Transportkapazitäten, Sortieranlagen, Aufbereitungs- und Verwertungsanlagen).

Werden weniger Kunststoffabfälle als bei der Planung der Kapazitäten separiert, können diese nur in reduzierter Menge in den Recycling-Anlagen verarbeitet werden, wobei diese weniger gut

ausgelastet wären. Die Entsorgungssicherheit bliebe vorübergehend gewährleistet. Falls die Recycling-Anlagen jedoch über längere Zeit schlecht ausgelastet sind, würde sich die Wirtschaftlichkeit verschlechtern, und besteht die Gefahr der Schliessung von Anlagen.

Werden über lange Zeit mehr Kunststoffabfälle als bei der Planung der Kapazitäten separiert, können die Recycling-Anlagen die Mengen nicht mehr verarbeiten. Allerdings ist nicht ein sprunghafter Anstieg der separierten Mengen Kunststoffabfälle zu erwarten. Die Behandlungskapazitäten könnten entsprechend rechtzeitig ausgebaut werden.

Es gilt zu erwähnen, dass gemäss bestehender gesetzlicher Vorgaben die Kantone (subsidiär die Gemeinden) für die Entsorgung der Siedlungsabfälle verantwortlich sind (dazu gehören auch die Kunststoffabfälle aus privaten Haushaltungen). Die Betriebe, also Gewerbe und Industrie, hingegen sind für die korrekte Entsorgung ihrer Abfälle schon heute selber verantwortlich.

Erkenntnisse, Fazit

Das vermehrte Recycling von Kunststoffabfällen bzw. der vermehrte Einsatz von Kunststoffabfällen als alternativer Brennstoff in Zementwerken involviert die Privatwirtschaft gegenüber heute deutlich mehr. Der Gesetzgeber hat die Möglichkeit durch verbindliche Vorgaben (Gesetze, Verordnung oder Regelungen) einerseits die Entsorgungssicherheit zu gewährleisten (im Interesse der öffentlichen Hand) und andererseits Planungssicherheit zu schaffen (im Interesse der Privatwirtschaft).

Da die KVA in erster Linie einen Abfallbehandlungsauftrag haben und im Besitz der öffentlichen Hand sind, werden diese Kapazitäten als grundsätzlich zuverlässig planbar beurteilt. Insgesamt wird die Entsorgungssicherheit bei den KVA im Vergleich zu den beiden Szenarien 1 und 2 als besser beurteilt, da das Engagement der privaten Unternehmungen bei der Behandlung von Kunststoffabfällen zusätzlich von exogenen Faktoren mitbestimmt werden (vgl. Kapitel 5.5.3 Marktrisiken).

5.5.3 Marktrisiken

Definition, Anforderung

Unter Marktrisiken wird hier der Einfluss von exogenen Faktoren auf die Verwertung der Kunststoffabfälle verstanden. Insbesondere geht es um diejenigen exogenen Faktoren, welche die Entgegennahme und Verwertung der Kunststoffabfälle durch Unternehmen der Privatwirtschaft mitbestimmen.

Sowohl Rezyklierer als auch Zementwerke sind private Unternehmungen. Sie sind somit grundsätzlich gewinnorientiert (im Vergleich dazu: die KVA müssen kostendeckend arbeiten). Die Unternehmungen werden sich also tendenziell dort engagieren, wo das wirtschaftliche Risiko am geringsten bzw. am besten einschätzbar ist und die Gewinnaussichten am grössten sind. Exogene Faktoren, welche für ein dauerhaftes Engagement der Privaten wichtig sind:

- Für Rezyklierer ist dies die Nachfrage bzw. der zu lösende Preis für das Re-Granulat. Die Nachfrage nach Re-Granulat ist wiederum stark vom Preis für primäres Kunststoffgranulat mitbestimmt (es wird hier vereinfacht angenommen, dass die Qualität der beiden Produkte gleichwertig ist.)
- Für Zementwerke sind Kunststoffabfälle als alternativer Brennstoffe interessant, wenn diese zu tieferen Energiekosten führen als konventionelle Brennstoffe aus Kohle oder Schweröl.

Fragestellung

Es stellen sich bezüglich Marktrisiken folgende Fragen:

- Wie wird die Nachfrageentwicklung von Re-Granulat bzw. die Entwicklung des Preisverhältnisses von Re-Granulat zu primärem Kunststoffgranulat beurteilt?
- Wie wird die künftige Wettbewerbsfähigkeit von Produkten aus Re-Granulat eingeschätzt?
- Wie wird die Entwicklung des Kohlepreises bzw. das Verhältnis zu den Kosten von aufbereiteten Kunststoffabfällen beurteilt?

Diskussion, Erwägungen

Nachfrage Kunststoffabfälle von Seiten Recyclingunternehmen

In einer freien Marktwirtschaft werden die Recyclingunternehmungen diejenigen Re-Granulate produzieren, die nachgefragt werden und die sie gewinnbringend verkaufen können. Die Konkurrenzprodukte sind die primären Kunststoffgranulate.

Ein nachfragebestimmender Faktor ist die Preisdifferenz dieser zwei Produkte. Es wird angenommen, dass der Preis für primäres Kunststoffgranulat tendenziell steigt, getrieben vom steigenden Preis für Erdöl.

Der Preis für Re-Granulat ist vor allem von dessen Produktionskosten bestimmt. Diese setzen sich aus der Sammellogistik inkl. Aufbereitung und Herstellungsaufwand zusammen.

Im Rahmen der vorliegenden Studie kann keine Marktanalyse durchgeführt werden. Die Produkte aus Re-Granulat PE werden heute vor allem im Bausektor eingesetzt (Rohre, Folien, ...). Deshalb ist die Nachfrage in diesem Sektor stark von der Baukonjunktur im Hoch- und Tiefbau bestimmt. Hier ist nicht nur der Binnenmarkt sondern auch die Auslandnachfrage zu berücksichtigen.

In der Vergangenheit hat der Absatz von Re-Granulaten deshalb (stark) geschwankt. Expertinnen und Experten sind für die künftige Nachfrage nach Re-Granulaten grundsätzlich optimistisch.

Nachfrage Kunststoffabfälle von Seiten Zementwerken

Der Unternehmenszweck der Zementindustrie ist die Produktion von Klinker bzw. Zement. Die Zementwerke sind an Kunststoffabfällen als alternative Brennstoffe interessiert, wenn diese insgesamt zu günstigeren Energiekosten im Vergleich zu konventionellen Brennstoffen führen (einblasfähige Kohle).

Der Kohlepreis war über viele Jahre relativ konstant, ist aber in den vergangenen Jahren etwas gestiegen (nominal). Auf lange Sicht wird mit einem moderaten Preisanstieg gerechnet.

Die Zementwerke setzen einen Mix von alternativen Brennstoffen ein. Aufbereitete Kunststoffabfälle sind einer davon. Die Kunststoffabfälle stehen somit in Konkurrenz mit anderen alternativen und mit konventionellen Brennstoffen.

Der Brennstoffbedarf ist via Klinkerabsatz vom Gang der Baukonjunktur in der Schweiz abhängig. Die Baukonjunktur schwankt und deren Entwicklung kann nicht zuverlässig vorausgesagt werden.

Erkenntnisse, Fazit

Die künftige Nachfrage nach Re-Granulat wird stark von der Preisentwicklung des Erdöls als massgebender Faktor für den Preis von primärem Kunststoffgranulat bestimmt. Aus heutiger Sicht wird tendenziell mit höheren Erdölpreisen gerechnet, was günstige Voraussetzungen für die Konkurrenzfähigkeit von Re-Granulat schafft.

Die künftige Nachfrage nach Kunststoffabfällen wird vom Preis der Kohle sowie von den Kosten anderer alternativer Brennstoffe in der Zementindustrie mitbestimmt. Auf lange Sicht wird mit einem moderaten Preisanstieg der Kohle gerechnet. Die Kosten der anderen alternativen Brennstoffe können im Rahmen dieser Studie nicht untersucht werden.

Die Unsicherheiten bezüglich der Entwicklung dieser exogenen Faktoren bleiben bestehen und damit schlussendlich auch diejenigen zum Engagement der privaten Unternehmungen. Die Risiken können durch Diversifizierung gemindert werden, z.B. Aufbau und Betrieb von mehreren Anlagen, Zusammenarbeit mit mehreren privaten Unternehmungen.

Im Vergleich zur Behandlung der Kunststoffabfälle in KVA werden die Risiken bezüglich Entsorgungssicherheit sowohl bei vermehrtem Recycling als auch bei vermehrtem Einsatz als alternative Brennstoffe in Zementwerken insgesamt höher eingestuft.

5.5.4 Finanzierung

Definition, Anforderung

Im nachfolgenden Kapitel geht es um die Finanzierung der Investition in Anlagen und Ausrüstung im Zusammenhang mit der Behandlung von Kunststoffabfällen. Die Finanzierung der Betriebskosten steht nicht im Fokus der nachstehenden Überlegungen.

Untersuchungsfragen

Im Zentrum stehen folgende Fragen:

- Wer soll / muss die Investitionen finanzieren?
- Wie verändern sich die Abfallentsorgungsgebühren der privaten Haushaltungen?

Erwägungen/Diskussion

Die Szenarien 1 und 2 zeigen v.a. Investitionsbedarf in die Sammellogistik, Sortierung und Aufbereitung / Recycling sowie für Anpassungen an den Zementwerken. Bei vermehrter Auskoppelung der Kunststoffabfälle aus dem KVA-Pfad können die KVA-Kapazitäten mittel- und langfristig entsprechend reduziert werden (vgl. Kapitel 5.2 bzw. nachstehende Tabelle 8).

Tabelle 8: Finanzierung bei vermehrtem Recycling bzw. vermehrtem Einsatz von Kunststoffabfällen in der Zementindustrie.

Was	Sammelinfrastruktur		Sortier- anlagen	Aufbereitungs- anlagen	Recycling- anlagen	Zement- werke	KVA
	HH KS- Abfälle	I+G KS-Abfälle	KS-Abfälle	KS-Abfälle	KS-Abfälle	KS-Abfälle	KS-Abfälle
+ / -	+	+	+	+	+	+	-
Wer	Ö / P	P	P	P	P	P	Ö
Wie	GB / VRB	E / F	E / F	E / F	E / F	E / F	KSG

P: Privatwirtschaft

Ö: Öffentliche Hand

E / F: Eigenkapital / Fremdkapital

GB: Grundgebühr

KSG: Kehrichtsackgebühr

VRB: Vorgezogener Recyclingbeitrag

+: Zusätzlicher Investitionsbedarf

-: Reduktion Investition

Für die Sammlung der Kunststoffabfälle aus Industrie und Gewerbe sind die privaten Unternehmer als Abfallinhaber verantwortlich. Dies ist auch bei vermehrtem Recycling oder bei der energetischen Verwertung in Zementwerken der Fall. Die gesamte Verwertung bei beiden Szenarien 1 und 2 über Sammlung zu Sortierung bis und mit Verwertung könnte durch Unternehmungen der Privatwirtschaft finanziert werden.

Für die Sammlung der Siedlungsabfälle und damit auch für die Kunststoffabfälle aus privaten Haushaltungen sind die Kantone zuständig, wobei diese die Aufgaben den Gemeinden übertragen.

Für die vermehrte Separierung der Kunststoffabfälle sind zusätzliche Infrastruktur und Anlagen nötig. Im Modell wurde angenommen, dass die Haushalt-Kunststoffabfälle via zentrale Sammelstellen separat gesammelt würden. Die Gemeinden können den Bau und Betrieb solcher Sammelstellen auch an private Unternehmungen delegieren, was in verschiedenen Gemeinden gut funktioniert. Letzteres hat den Vorteil, dass bei der Gemeinde direkt keine Investitionen anfallen.

Die Gemeinden finanzieren die Investitionskosten für separat gesammelte Abfälle üblicherweise über die Grundgebühr. Kurz- und mittelfristig ist ein Anstieg dieser Gebühren bei vermehrter Separatsammlung von Haushalt-Kunststoffabfällen zu erwarten. Andererseits ist zu prüfen, ob langfristig KVA-Kapazitäten und damit Investitionskosten in Anlagekapazitäten reduziert werden könnten. Bei substanzieller Reduktion der Kunststofffracht in die KVA könnte möglicherweise die verursachergerechte Entsorgungsgebühr (Kehrichtsackgebühr) entsprechend reduziert werden, sofern diese Abfallmengen durch die konjunkturbedingte Zunahme der Gesamtabfallmengen nicht vollständig kompensiert werden (Entkopplung der Abfallproduktion vom Wirtschaftswachstum). In diesem Kontext ist aber folgendes zu beachten: Wenn eine KVA kleiner wird, dann steigen sowohl die spezifischen Investitionskosten als auch die spezifischen Gesamtbetriebskosten. Zudem nehmen die spezifischen Energieerlöse ab, weil der Heizwert sinkt. Die Kehrichtsackgebühren pro kg Abfall würden also in dem Fall steigen und nicht sinken. Dasselbe gilt auch für die Logistikkosten: kleinere Sammeldichte bewirkt höhere spezifische Kosten, und hätte damit höhere Kehrichtsackgebühren pro kg Abfall zur Folge.

Es wäre auch denkbar, dass die Separatsammlung von Kunststoffabfällen an eine privatwirtschaftliche Organisation delegiert wird, z.B. den Kunststoffverband Schweiz KVS. In einem solchen Fall würden die Investitionskosten in eine entsprechende Sammelinfrastruktur teilweise von der mandatierten privatwirtschaftlichen Organisation getragen. Für die Separatsammlung und das Recycling von gewissen Abfallfraktionen wurden bereits in der Vergangenheit in anderen Fällen bereits eigene Organisationen gegründet (PRS, SENS, Vetrosuisse, IGORA), um die vom Gesetzgeber angestrebten Recyclingquoten zu erreichen. Diese Lösungen könnten als Beispiele für ein solches Vorgehen dienen.

Fazit/Beurteilung

Bei vermehrter substanzieller Separierung von Kunststoffabfällen können unter günstigen Bedingungen langfristig gegebenenfalls KVA-Kapazitäten reduziert werden. Es ist davon auszugehen, dass für die öffentliche Hand für den Aufbau zusätzlicher Infrastruktur zur Separatsammlung von Kunststoffabfällen aus Haushalten entsprechende zusätzliche Investitionen notwendig würden. Diese Investitionen müssten über die Grundgebühr finanziert werden, die damit kurz- und mittelfristig ansteigen könnte. In welcher Weise diese verschiedenen Kostenposten sich gegenseitig tatsächlich aufheben, müsste Gegenstand weiterer quantitativer Abklärungen sein.

Wird die Separatsammlung von Kunststoffabfällen aus Haushalten an eine Drittorganisation delegiert, übernimmt diese die Investitionskosten, wobei diese letztendlich an die Konsumentinnen und Konsumenten weitergegeben würden.

Alle anderen, zusätzlichen Investitionen würden durch private Unternehmen getätigt und über Eigen- sowie über Fremdkapital finanziert. Das Risiko liegt somit beim Recycling- als auch beim Zementszenario grossmehrheitlich bei privaten Unternehmungen.

5.5.5 Technische Machbarkeit

Definition, Anforderung

Die technische Machbarkeit berücksichtigt einerseits die Anzahl für die vermehrte Verwertung von Kunststoffabfällen erforderlichen Anlagen und Ausrüstungen (Bau). Andererseits geht es um die technische Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit von Anlagen und Ausrüstungen (Betrieb). Diese Ausführungen gelten streng genommen nur für Verpackungswaren (40% der Abfälle). Für langlebige Güter wie Haushaltswaren oder Weisswaren fehlen langfristige Erfahrungen.

Fragestellung

Aus Sicht der technischen Machbarkeit stehen folgende Fragen im Vordergrund:

- Kann für das vermehrte Recycling und den vermehrten Einsatz von Kunststoffabfällen in Zementwerken auf bestehende Technologien abgestützt werden oder sind neue Technologien erforderlich?
- Kann die Anzahl der erforderlichen Anlagen realisiert werden.
- Welches ist aus technischer Sicht der kritische Prozessschritt?

Erwägungen/Diskussion

Sowohl das stoffliche Verwerten von Kunststoffabfällen (80'000 t/a) als auch der Einsatz von Kunststoffabfällen als alternative Brennstoffe in Zementwerken (50'000 t/a) wird in der Schweiz heute schon praktiziert. Das Know-how für den Bau und Betrieb der dafür nötigen Anlagen und Prozesse ist vorhanden.

Es ist dabei zu beachten, dass korrekterweise jeweils von aufgabefähigem bzw. einblasfähigem Kunststoff gesprochen werden muss. Die Bedingungen der TVA gelten nur für einblasfähigen Kunststoff.

Im Recyclingszenario wurde von einer zusätzlich zu separierenden und verwertbaren Menge von rund 170'000 Tonnen Kunststoffabfällen ausgegangen. Dafür wären gemäss Modellannahmen 3'000 bis 5'000 zentrale Sammelstellen, 6 bis 10 Sortieranlagen und 3 bis 10 Aufbereitungs-/Recyclinganlagen zusätzlich nötig. Es ist ersichtlich, dass die zentrale Herausforderung bei der Logistik liegt, genauer bei den erforderlichen Separatsammelstellen.

Ein möglicher Ansatz ist der Aufbau bzw. die Erweiterung von bestehenden zentralen Sammelstellen zur Annahme von Kunststoffabfällen, die ergänzt werden mit dezentralen Sammelbehältern im bestehenden Separatsammelstellennetz in den Gemeinden.

Fazit/Beurteilung

Die technischen Anlagen und Ausrüstungen und das Know-how für die Beherrschung der Prozesse sind vorhanden. Die zentrale Herausforderung ist die Separatsammelinfrastruktur. Deren

Aufbau einerseits und die Information der Abfallinhaber andererseits braucht Zeit. Vor diesem Hintergrund ist anzunehmen, dass die von der Expertengruppe geschätzte Separierungsquote erst nach einer gewissen Zeit zu erreichen sein wird.

Zu beachten ist der Effekt der Regionalisierung der Extremszenarien. Hierbei geht es vor allem um die Frage der Art und Weise wie Investitionen insbesondere in Sammelstruktur, Aufbereitung, Vorkalzinatoren etc. vorgenommen werden. Das ganze muss als Prozess gesehen werden, in dem Synergien genutzt werden können. Daher sollten die berechneten Kosten als obere Limite bezeichnet werden, die so in der Realität wohl nicht erreicht werden wird.

Als letztes ist zu erwähnen, dass in anderen europäischen Ländern, wie z.B. Belgien sind Sammelsysteme für Kunststoff (z.T. als Gemischt-Sammlung mit weiteren Hohlkörpern) bereits seit vielen Jahren etabliert sind¹⁹⁾.

5.5.6 Rechtskonformität

Definition, Anforderung

Die Gesetze und Verordnungen müssen eingehalten werden oder müssen gegebenenfalls durch den Gesetzgeber angepasst werden.

Fragestellung

Im Zusammenhang mit der Rechtskonformität stellen sich folgende Fragen:

- Sind die beiden Szenarien mit der bestehenden Gesetzgebung rechtskonform bzw. müssen bestehende rechtliche Vorschriften oder Richtlinien angepasst werden?
- Sind neue Vorschriften in Aussicht, welche die Realisierung der Szenarien (teilweise) behindern könnten?

Erwägungen/Diskussion

Im Zementszenario ist die Separatsammlung von Kunststoffabfällen aus Haushaltungen und deren Einsatz als alternativer Brennstoff in Zementwerken modelliert. Die Positivliste der Richtlinie zur Abfallverwertung in Zementwerken müsste dementsprechend angepasst werden.

Durch die REACH-Verordnung (siehe Abschnitt 2.3) entstehen sowohl dem Hersteller als auch dem Anwender von Stoffen bestimmte Pflichten. Es geht darum, die Sicherheit von Produkten zu gewährleisten und Mensch und Umwelt zu schützen. Unternehmen in der Recyclingbranche unterliegen einem vereinfachten Verfahren, um die nötigen Nachweise zu erbringen. Der EU-Raum ist ein möglicher Absatzmarkt für Re-Granulat. In der EU ansässige Recycling-Firmen können unter REACH von einem vereinfachten Registrierungsverfahren profitieren. Schweizer Recyc-

¹⁹⁾ Siehe dazu z.B. Redilo GmbH (2011): Die Zukunft der Separatsammlungen von Altwertstoffen in der Schweiz.

ler müssen sich wie ein Neumaterial-Hersteller registrieren lassen. Dies bedeutet einen gewissen administrativen Aufwand.

Das ChemG und die ChemRRV regeln den Umgang mit Stoffen und Zubereitungen und haben daher im Rahmen des Kunststoffrecyclings Auswirkungen auf die Rezyklierbarkeit von Kunststoffabfällen (siehe Abschnitt 2.3). Das Einhalten der Grenzwerte für Inhaltsstoffe in Re-Granulat muss gewährleistet sein.

Fazit/Beurteilung

Die heute bekannten zwingenden Vorgaben ermöglichen grundsätzlich das vermehrte Recycling und den Einsatz von Kunststoffabfällen in der Zementindustrie.

Beim Einsatz von Kunststoffabfällen aus privaten Haushaltungen als alternativer Brennstoff in Zementwerken müsste die Positivliste der Richtlinie zur Abfallverwertung in Zementwerken angepasst werden.

ChemG und ChemRVV müssen bezüglich Inhaltsstoffe in Re-Granulat eingehalten werden. Wollen Schweizer Rezyklierer Re-Granulat in den EU-Raum exportieren, müssen sie sich registrieren lassen, was zwar Aufwand bedeutet, aber machbar ist.

6 Beurteilung der Szenarien

6.1 Zielsystem und Kriterien

Die Szenarien werden anhand ihrer Auswirkungen beurteilt. Es geht darum zu ermitteln, welches Szenario die Ziele der künftigen Verwertung von Kunststoffabfällen in der Schweiz am besten erreicht.

Die Grundlage für die Definition der Zielsetzungen bildeten die Anforderungen an die künftige Verwertung der Kunststoffabfälle aus Sicht der wichtigsten Akteurgruppen (vgl. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Das Zielsystem wurde zusammen mit den Mitgliedern des Ausschusses des Runden Tisches definiert (Zielbereiche, Ziele, Kriterien, Indikatoren und Gewichtung).

Die nachstehende Tabelle 9 zeigt das vorgesehene Zielsystem. Es enthält die drei Dimensionen der Nachhaltigen Entwicklung, die Ziele mit zugehörigen Kriterien und Indikatoren.

Tabelle 9: Zielsystem für den Vergleich und Beurteilung der Szenarien.

Zielbereich der Nachhaltigen Entwicklung	Ziele: Die Entsorgung der Kunststoffabfälle soll möglichst ...	Kriterien	Indikatoren	Gewichtung
Wirtschaft	kostengünstig sein	Investitionskosten	Mio. Fr.	22.16%
		Betriebskosten	Mio. Fr./a	11.16%
Umwelt	Ressourcen schonend sein und die Umwelt minimal belasten	Umweltbelastung	UBP	33.33%
Gesellschaft	von Akteurgruppen akzeptiert und umgesetzt werden	Diverse Kriterien	Punkte	33.33%

6.2 Nutzwertanalyse

Das Recycling- und das Zementszenario werden jeweils separat im Vergleich zum Szenario 0 (heutige Situation) miteinander verglichen. Die Bewertung der Szenarien erfolgt mittels Nutzwertanalyse nach festgelegten Kriterien. Die Nutzwertanalyse dient dazu, das im Hinblick auf Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft beste Szenario zu eruieren. Dafür werden die in Tabelle 9 aufgeführten Kriterien zunächst für jedes Szenario benotet. Die Note wird anschliessend mit der für das Kriterium entsprechenden Gewichtung multipliziert. Die gewichtete Benotung wird zuletzt über alle Kriterien für jedes Szenario aufsummiert. Das Szenario mit dem höchsten Nutzwert schneidet am besten ab.

6.2.1 Benotung der Szenarien

Zunächst werden die Resultate aus der Szenarienanalyse gemäss dem Zielsystem (siehe Tabelle 9) relativ zum Ist-Zustand benotet. In Tabelle 10 sind hierfür nochmals die Resultate aus der ökonomischen und ökologischen Bewertung aus den Kapiteln 5.2 bis 5.4 zusammengefasst.

Tabelle 10: Zusammenfassung der Resultate für die ökonomische und ökologische Bewertung der Szenarien.

Kriterien	Δ Szenario 1-0	Δ Szenario 2-0
Investitionskosten	-115.1 Mio Fr.	+142.7 Mio Fr.
Betriebskosten	+12 Mio Fr.	+101 Mio Fr.
Umweltbelastung	-292'000 Mio UBP	-241'000 Mio UBP

In Tabelle 11 ist der verwendete Notenschlüssel für die Kriterien Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft aufgeführt. Dazwischen liegende Werte werden linear benotet. Der Notenschlüssel wurde dabei vom Auftragnehmer festgelegt.

Tabelle 11: Notenschlüssel der Nutzwertanalyse für die Zielbereiche Umwelt und Wirtschaft

Kriterium	Einheit	Note 2	Note 1	Note 0	Note -1	Note -2
Investitionskosten	Mio Fr.	-200	-100	0	100	200
Betriebskosten	Mio Fr./a	-120	-60	0	60	120
Umweltbelastung	Mio UBP/a	-400'000	-200'000	0	200'000	400'000

Die Kriterien des Zielbereichs Gesellschaft werden qualitativ beurteilt. Es handelt sich dabei um die in Kapitel 5.5.2 - 5.5.6 definierten Kriterien Entsorgungssicherheit, Marktrisiken, Finanzierung, Technische Machbarkeit und Rechtskonformität. In der qualitativen Beurteilung wird geprüft, ob sich im Szenario eine Verbesserung oder Verschlechterung des betrachteten Kriteriums gegenüber heute ergibt. In Tabelle 12 sind die Resultate aus der Beurteilung aus Kapiteln 5.5 zusammengefasst.

Tabelle 12: Zusammenfassung der Beurteilung der Umsetzbarkeit (Zielbereich Gesellschaft) der beiden Szenarien.

Kriterien	ΔSzenario 1-0	ΔSzenario 2-0
Entsorgungssicherheit	Privatwirtschaft wird gegenüber heute stärker involviert --> Entsorgungssicherheit sinkt	Privatwirtschaft wird gegenüber heute stärker involviert --> Entsorgungssicherheit sinkt
Marktrisiken	Die Marktrisiken (Einfluss von exogenen Faktoren auf die Verwertung der Kunststoffabfälle) werden gegenüber heute als höher eingestuft	Die Marktrisiken (Einfluss von exogenen Faktoren auf die Verwertung der Kunststoffabfälle) werden gegenüber heute als höher eingestuft
Finanzierung	Aufbau zusätzliche Infrastruktur für Sammlung und Sortierung --> Finanzierung teils über öffentliche Hand, teils bei privaten Unternehmen	Aufbau zusätzliche Infrastruktur für Sammlung und Sortierung --> Finanzierung teils über öffentliche Hand, teils bei privaten Unternehmen
Technische Machbarkeit	Know-how und Technologie für alle erforderlichen Prozesse vorhanden	Know-how und Technologie für alle erforderlichen Prozesse vorhanden
Rechtskonformität	Einhalten von ChemG und ChemRVV bezüglich Inhaltstoffe; REACH	Anpassung Richtlinie zur Abfallverwertung in Zementwerken

Die Beurteilung wird anschliessend mit folgendem Notenschlüssel in eine Zahl umgewandelt:

- deutliche Verbesserung gegenüber heute → Note 2
- Verbesserung gegenüber heute → Note 1
- in etwa unveränderter Zustand → Note 0
- Verschlechterung gegenüber heute → Note -1
- deutliche Verschlechterung gegenüber heute → Note -2

Für die Benotung der Zielbereiche Wirtschaft und Umwelt werden die Noten gemäss Tabelle 11 vergeben.

In Tabelle 13 sind die Ergebnisse der Benotung für die beiden Szenarien aufgeführt. Die Beurteilung der gesellschaftlichen Kriterien wurde vom Auftragnehmer durchgeführt.

Tabelle 13: Ergebnisse der Benotung

Zielbereich / Kriterien	Δ Szenario 1-0	Δ Szenario 2-0
Wirtschaft		
Investitionskosten	1.2	-1.4
Betriebskosten	-0.2	-1.7
Umwelt		
Umweltbelastung	1.5	1.2
Gesellschaft		
Entsorgungssicherheit	-2	-2
Marktrisiken	-2	-2
Finanzierung	-1	-1
Technische Machbarkeit	0	0
Rechtskonformität	-1	-1

6.2.2 Gewichtung der Szenarien und Berechnung des Nutzwertes

In einem zweiten Schritt wurden die Nutzwerte der Kriterien berechnet, indem die Note mit der Gewichtung multipliziert wurde. Als Gesamtergebnis wird der Nutzwert der verschiedenen Beurteilungskriterien aufsummiert. Das Szenario mit dem höchsten Nutzwert schneidet am besten ab. Positive Zahlen bedeuten ein besseres Abschneiden gegenüber Szenario 0, negative Zahlen ein Schlechteres. Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse sind in der folgenden Tabelle 14 zusammengefasst.

Tabelle 14: Ergebnisse der Nutzwertanalyse

Zielbereich / Kriterien	Benotung	Benotung	Gewichtung	Nutzwert	Nutzwert
	Δ Szen. 1-0	Δ Szen. 2-0		Δ Szen. 1-0	Δ Szen. 2-0
Wirtschaft			33.3%	23.3	-50.4
Investitionskosten	1.2	-1.4	22.2%	25.5	-31.6
Betriebskosten	-0.2	-1.7	11.2%	-2.2	-18.8
Umwelt			33.3%	48.6	40.1
Umweltbelastung	1.5	1.2	33.3%	48.6	40.1
Gesellschaft			33.3%	-40.0	-40.0
Entsorgungssicherheit	-2	-2	6.7%	-13.3	-13.3
Marktrisiken	-2	-2	6.7%	-13.3	-13.3
Finanzierung	-1	-1	6.7%	-6.7	-6.7
Technische Machbarkeit	0	0	6.7%	0	0
Rechtskonformität	-1	-1	6.7%	-6.7	-6.7
Total			100%	31.9	-50.3

Insgesamt schneidet Szenario 1 (Recyclingszenario) besser ab als Szenario 2 (Zementszenario). Der Grund liegt hauptsächlich in der besseren Bewertung bezüglich der Kosten, insbesondere

der Investitionskosten. Bezüglich des heutigen Zustandes schneidet Szenario 1 insgesamt besser ab, Szenario 2 (hauptsächlich aufgrund der hohen Investitionskosten) schlechter.

6.3 Sensitivitätsanalyse

Im Folgenden wird eine Sensitivitätsanalyse (Empfindlichkeitsanalyse) der Ergebnisse durchgeführt. Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wird untersucht, *wie stabil eine gefundene Lösung bei Veränderungen der als gegeben betrachteten Input-Parameter ist*. Konkret werden im Modell als sensitiv erachtete Parameter (z.B. Wirkungsgrad der KVA-Abwärmenutzung) verändert und der Einfluss auf die Ergebnisse (welches Szenario schneidet in der Nutzwertanalyse besser ab?) untersucht. *Wenn auch bei einer Variation verschiedener Parameter die Rangfolge der Szenarien gleich bleibt, handelt es sich um ein robustes Modell*. Gleichzeitig kann anhand der Sensitivitätsanalyse festgestellt werden, welche Modell-Parameter einen besonders starken Einfluss auf das Endergebnis haben.

6.3.1 Übersicht Parameter Sensitivitätsanalyse

Mit der Sensitivitätsanalyse wird die Robustheit der Berechnungsergebnisse der Modellierung überprüft, indem ausgewählte Parameter variiert werden. Es sind dies einerseits unsichere Annahmen (z.B. wegen mangelhafter Datengrundlagen), andererseits Parameter mit unsicherer Entwicklung (z.B. Faktoren, die grossen Schwankungen unterliegen können) oder Parameter, die das Ergebnis stark beeinflussen können.

In dieser Untersuchung wurden folgende Parameter variiert:

- die Wirkungsgrade der KVA-Abwärmenutzung für die Strom- und Wärmeproduktion,
- die Separatsammelquote verschiedener Kunststoffabfall-Fraktionen,
- die Kosten von Primärkunststoff (HDPE Granulat) sowie
- der Erlös für Strom- und Wärmeverkauf ab KVA innerhalb der Sensitivitätsanalyse.

Für jeden dieser Parameter wurden verschiedene Sensitivitäten definiert. Die Werte sind zur Übersicht in Tabelle 15 zusammengefasst.

Tabelle 15: Übersicht Parameter und Werte Sensitivitätsanalyse

Parameter	Basiswert	Sensitivität 1	Sensitivität 2	Sensitivität 3	Sensitivität 4
Wirkungsgrade KVA	Elektrisch = 11% Wärme = 23%	Max. Strom Elektrisch = 22% Wärme = 23%	Max. Wärme Elektrisch = 11% Wärme = 44%	-	-
Separatsammelquote	HH = 10%-85% I + G = 30%-75%	Max. Recycling-szenario HH = 12%-96% I + G = 36%-90%	Min. Recycling-szenario HH = 5%-74% I + G = 15%-38%	Max. Zement-szenario HH = 12%-85% I + G = 36%-90%	Min. Zement-szenario HH = 5%-74% I + G = 15%-38%
Kosten Granulat HDPE	1'000 Fr. / t	Max. Kosten 1200 Fr. / t	Min. Kosten 800 Fr. / t	-	-
Erlös Energieverkauf ab KVA	Strom: 7.5 Rp./kWh Wärme: 1.3 Rp./MJ	Max. Erlös Strom: 11.3 Rp./kWh Wärme: 1.9 Rp./MJ	-	-	-

Für die Wirkungsgrade der Abwärmenutzung KVA wird eine künftige Verbesserung unterstellt. Da Strom und Wärme Koppelprodukte sind, verändert sich entweder der Wirkungsgrad für Strom oder jener für Wärme. Bei der Wärme gehen wir von einer Verdoppelung aus, während beim Strom die Zunahme leicht unter 100% liegt, so dass der kombinierte Wirkungsgrad bei maximal 55% liegt. Die Sensitivitäten der Separatsammelquote werden vom als realistisch machbaren, in der Basisberechnung eingesetzten Wert abgeleitet. Für die minimale Sammelquote wurden 50% des Basiswerts angenommen. Beim PET wird diese jedoch bei den heute minimal erlaubten 75% belassen. Beim maximalen Szenario wird angenommen, dass 20% mehr separat gesammelt würden. Beim PET wurde von einem Anstieg von heute 85% auf 95% ausgegangen. Die Kosten für Granulat HDPE wurden 1'000 CHF/Tonne eingesetzt. Die Sensitivitäten gehen von einer Fluktuation von +/- 20% der Betriebskosten aus. Es wird angenommen, dass der Erlös aus Strom und Wärme für die KVA 50% höher sein könnte.

6.3.2 Ergebnisse Sensitivitätsanalyse

Mit den in Tabelle 15 definierten Sensitivitäten wurde der Nutzwert neu für die beiden Szenarien berechnet. Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse sind in folgender Tabelle 16 zusammengefasst (die detaillierten Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse sind in Anhang A4 aufgeführt).

Tabelle 16: Ergebnisse der Nutzwertanalyse im Vergleich zur Basis

		Δ Szenario 1-0	Δ Szenario 2-0
Basis		31.9	-50.3
Wirkungsgrad KVA	Max. Strom	17.0	-70.7
Wirkungsgrad KVA	Max. Wärme	9.9	-80.3
Separatsammelquote	Max. Recycling	51.4	-50.3
Separatsammelquote	Min. Recycling	-11.1	-50.3
Separatsammelquote	Max. Zement	31.9	-47.4
Separatsammelquote	Min. Zement	31.9	-52.0
Preis Granulat HDPE	Max. Preis	38.1	-48.6
Preis Granulat HDPE	Min. Preis	25.8	-52.0
Erlös Energie KVA	Max. Erlös	29.6	-53.5

Die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse zeigen, dass die Ergebnisse durchgehend stabil sind, d.h. trotz Variation der verschiedenen der Sensitivitätsanalyse unterworfenen Parametern bleiben die Resultate in sich konstant. Bezüglich der Robustheit können die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse wie folgt zusammengefasst werden:

- Die Ergebnisse der Nutzwertanalyse können aufgrund der durchgeführten Sensitivitätsanalyse als robust angesehen werden.
- Szenario 1 (Recyclingszenario) ist für alle untersuchten Sensitivitäten immer besser als Szenario 2 (Zementszenario).
- Szenario 1 ist für alle untersuchten Sensitivitäten immer besser als der Status Quo, mit Ausnahme von dem Fall, in welchem eine gewisse Minimal-Separatsammelquote unterschritten wird. In diesem Fall schneidet der momentane Ist-Zustand (KVA-Szenario) in seiner Gesamtbeurteilung besser ab.

Es ist also insbesondere zu beachten, dass bezüglich der Aussage der Gesamtbeurteilung der drei Verwertungswege KVA, Recycling und Zementwerke ein Schwellenwert bei der Separatsammelquote festzustellen ist: Wird eine gewisse minimale Separatsammelquote für Recycling nicht erreicht, kippt die Beurteilung des Gesamtsystems knapp zu Ungunsten des Recycling und zu Gunsten der Verwertung in KVA. Mit anderen Worten: eine Abweichung vom heutigen System ist nur dann sinnvoll, wenn eine Minimal-Sammelquote erreicht wird.

7 Fazit

7.1 Erkenntnisse aus dem Mengengerüst

In Kapitel 4 wurden für die Situation heute sowie für zwei zukünftige Szenarien die Verwertungswege für die einzelnen Kunststofffraktionen untersucht. Es wurde dabei für alle Szenarien die Sammel-, Sortier- und Recycling-Quote für die jeweilige Kunststoffabfall-Fraktion mit einer Expertengruppe festgelegt. Bei den Quoten wurde jeweils von einer „realistisch-maximalen“ Annahme ausgegangen, d.h. es wird, *innerhalb eines als realistisch eingeschätzten Rahmens* jeweils eine *maximale* Umlenkung der Stoffströme vorgenommen. Die Modellierungen sind sogenannte Endpunktszenarien und sagen nichts über den Zeitraum einer Umsetzung aus. Der benötigte Zeitraum zum Erreichen der Separatsammelquoten wird massgebend von den Rahmenbedingungen bestimmt sein.

Die heutige Aufteilung auf die verschiedenen Verwertungswege beträgt 83% KVA, 6% energetische Verwertung im Zementwert und 10% stoffliche Verwertung (Recycling). In Szenario 1 (vermehrte stoffliche Verwertung) wurden die Quoten dahingehend optimiert, dass eine möglichst hohe Separatsammlung erreicht werden kann. Die Kunststoffabfälle werden ausserdem, wo technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll, bevorzugt in die *stoffliche Verwertung* gegeben. In diesem Szenario ergibt somit sich eine Erhöhung der stofflichen Verwertung von heute 6% auf fast 29% (223'000 t). Aufgrund des gewählten Modellansatzes, die gesammelten Kunststoffabfälle bevorzugt in die stoffliche Verwertung zu geben, kommt es in Szenario 1 gegenüber heute zu einer Abnahme der energetisch genutzten Menge. Sie beträgt nun anteilmässig nicht mehr 6% sondern nur noch 4%. Die Verwertung in der KVA sinkt in Szenario 1 von heute 83% auf 67%.

In Szenario 2 (vermehrte energetische Verwertung in Zementwerken) kann die Separatsammelquote aufgrund der geringeren Qualitätsanforderungen an den Kunststoffabfall sogar noch erhöht werden. Insgesamt wird die Verwertungsquote für stoffliche und energetische Verwertung in Zementwerken von 17% auf 39% erhöht. Aufgrund des gewählten Modellansatzes, die gesammelten Kunststoffabfälle bevorzugt zur energetische Verwertung ins Zementwerk zu geben, kommt es in Szenario 2 gegenüber heute zu einer starken Zunahme der im Zementwerk genutzten Kunststoffabfallmenge. Sie steigt von heute 6% auf fast 24% an. Auch die stofflich verwertete Menge steigt in diesem Szenario gegenüber heute an und zwar von heute 6% auf knapp 16%.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich der Anteil der stofflich oder in Zementwerken energetisch genutzten Kunststoffabfallmengen mit einer verstärkten Separatsammlungen stark erhöhen lässt. In Szenario 1 kann die Menge gegenüber heute

insgesamt verdoppelt werden. Wenn weniger Anforderungen an die Qualität der Kunststoffe gestellt werden, fällt der Anteil separierbarer Kunststoffabfälle sogar noch höher aus (Szenario 2). Allerdings kann dann nur etwa halb so viel Kunststoffabfall stofflich verwertet werden. Ebenfalls zeigt diese Analyse, dass auch bei verstärkter Separatsammlung die KVA immer noch den weitaus grössten Anteil (61%) der Kunststoffabfälle aufnehmen müssen.

7.2 Erkenntnisse aus der ökologischen und ökonomischen Bewertung der Szenarien

7.2.1 Einleitung

In Kapitel 5 wurden die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen der zwei zukünftigen Szenarien untersucht. Dafür wurden die Mengenströme mit den entsprechenden Sammel-, Sortier- und Verwertungstechnologien verknüpft. Um zwischen den zwei Szenarien die Nutzengleichheit zu wahren, mussten ausserdem geeignete Ersatzprozesse definiert werden. So wurde z.B. festgelegt, dass wenn zukünftig weniger Kunststoff in der KVA verwertet wird, die somit entgangene Wärmeproduktion stattdessen durch eine kondensierende Erdgasfeuerung bereitgestellt wird.

Für die Bewertung der Szenarien wurden die Veränderungen gegenüber heute betrachtet (Delta-Betrachtung). Dieser Ansatz erlaubt es, die zukünftigen Szenarien zu bewerten, ohne die heutige Situation im Detail nachmodellieren zu müssen. Die Angaben für den Status Quo (Szenario 0) wurden dem Vorprojekt (Modul 1 und 2) entnommen. Diese Angaben liegen jedoch nicht in der gleichen Ausführlichkeit vor wie die neu modellierten Szenarien 1 und 2. Es mussten daher Annahmen zu den Sammel- und Sortierprozessen sowie zur Aufbereitung in der Zementindustrie getroffen werden.

Als Indikatoren für die ökonomische und ökologische Bewertung der Szenarien wurden Investitionskosten, jährliche Betriebskosten sowie Umweltbelastungspunkte festgelegt.

Für die Modellierung mussten viele Annahmen getroffen werden, die eine entsprechende Modellunsicherheit mit sich bringen. Ebenso sind die verwendeten Werte für Kosten und Umweltbelastungen mit einer Unsicherheit behaftet. In der Regel sind bei solchen Modellierungen die Modellunsicherheiten (z.B. Wahl des Ersatzprozesses, Annahme über die Höhe der Stromproduktion in den KVA) höher als die Datenunsicherheiten (z.B. Transportkosten, Umweltbelastung des schweizerischen Strommix). Im vorliegenden Projekt war es nicht möglich, die Unsicherheiten zu quantifizieren; dies hätte den Rahmen bei weitem gesprengt. Stattdessen wurden kritische Modellparameter anhand von Sensitivitätsanalysen überprüft und ihren Einfluss auf das Gesamtergebnis nachgewiesen.

7.2.2 Diskussion der Ergebnisse

Es zeigte sich für alle Indikatoren, dass sich die verschiedenen Transportarten (Kehrlichfahrzeug, LKW) jeweils ausgleichen. In Zukunft wird weniger Kunststoff mit dem teureren und umweltbelastenderen Kehrlichfahrzeug transportiert, stattdessen werden durch den höheren Anteil an separiertem Kunststoff mehr und tendenziell längere Fahrten mit dem LKW durchgeführt. Netto resultiert sowohl für Investitions- und Betriebskosten sowie für die Umweltbelastung keine Veränderung gegenüber heute.

Bei den Investitionskosten zeigte sich, dass es bei Szenario 1 gegenüber der heutigen Situation zu einer Reduktion der Investitionen kommt, während in Szenario 2 von höheren Kosten ausgegangen werden muss. In beiden Szenarien müssen Investitionen für neue Sammelstellen und Sortieranlagen getätigt werden. In Szenario 2 fallen diese, aufgrund der höheren Separatsammelquote, höher aus als in Szenario 1. Bei den Investitionskosten für Aufbereitung und Verwerten kommt es in beiden Szenarien zu einer Einsparung gegenüber der heutigen Situation. In Szenario 1 kommt es insgesamt zu einer Einsparung von Investitionskosten bei den Ersatzprozessen, während diese in Szenario 2 praktisch neutral sind. Dominiert werden die Ersatzprozesse bei Szenario 1 durch die Einsparung von Primärkunststoffproduktion.

Bezüglich der Investitionskosten schneidet Szenario 1 besser ab als Szenario 2. Gegenüber heute können langfristig rund 115 Mio. Fr. eingespart werden. In Szenario 1 käme es hingegen zu zusätzlichen Investitionen in der Höhe von rund 140 Mio. Fr..

Bei den jährlichen Betriebskosten zeigte sich, dass es in beiden Szenarien gegenüber der heutigen Situation zu einem Anstieg kommt. In Szenario 1 ist dieser geringer als in Szenario 2 und macht rund 12 Mio. Fr. aus, während in Szenario 2 mit rund 100 Mio. Fr. pro Jahr mehr zu rechnen ist. In beiden Szenarien ist mit einem Anstieg der Sammel- und Sortierkosten zu rechnen. Dies ist eine direkte Folge der gegenüber heute verstärkten Separatsammlung. Zusätzliche Betriebskosten sind auch für Aufbereitung und Verwerten zu erwarten, wobei in Szenario 1 hauptsächlich der Betrieb der Recyclinganlage dafür verantwortlich ist und in Szenario 2 die Aufbereitung des gesammelten Kunststoffabfalls zum Ersatzbrennstoff. In Szenario 1 ergibt sich eine Einsparung von Betriebskosten um rund 100 Mio. Fr. jährlich. Dies ist eine Folge der Minderproduktion von Primärkunststoff, da entsprechend mehr Recycling-Kunststoff zur Verfügung steht. In Szenario 2 kommt es zu keiner Einsparung. Zwar muss auch hier weniger Primärkunststoff produziert werden, diese Minderaufwendungen werden aber von den zusätzlich anfallenden Betriebskosten für die konventionelle Strom- und Wärmeproduktion überwogen.

Bezüglich der Betriebskosten schneidet Szenario 1 besser ab als Szenario 2. Gegenüber heute ist zwar für beide Szenarien mit Mehrkosten zu rechnen, diese betragen aber bei Szenario 1 nur 12 Mio. Fr. pro Jahr während sie in Szenario 2 100 Mio. Fr. betragen.

Auch bezüglich der Umweltbelastung ist Szenario 1 besser als Szenario 2. Die erreichte Umweltentlastung beträgt bei Szenario 1 rund 290'000 Mio. UBP/a während die Einsparung bei Szenario

rio 2 bei rund 240'000 Mio. UBP/a liegt. Die wichtigsten Umweltentlastungen resultieren in beiden Szenarien durch die eingesparte KVA-Verwertung sowie in Szenario 1 zusätzlich durch die eingesparte Primärkunststoffproduktion und in Szenario 2 durch den Ersatz von Kohle in Zementwerken erreicht. Zwar werden neue Umweltbelastungen durch die konventionelle Produktion von Strom und Wärme sowie durch die Aufbereitungs- und Recyclingprozesse generiert, diese werden jedoch durch die Einsparungen bei Weitem kompensiert.

Es kann also festgehalten werden, dass hinsichtlich der Umweltbelastung beide Szenarien zu einer starken Verbesserung gegenüber der heutigen Situation führen, dass aber die Einsparungen bei Szenario 1 (Recyclingszenario) etwas höher sind als in Szenario 2 (Zementszenario).

7.3 Erkenntnisse aus der Machbarkeitsanalyse

Neben der Ökonomie und der Ökologie wurde als dritte Dimension die Machbarkeit der Szenarien beurteilt. Mit der Machbarkeitsanalyse wurde untersucht, ob Widersprüche zwischen der angestrebten Umsetzung und bereits vorhandenen Erkenntnissen bestehen und welches die Chancen und Risiken sind, die bei der Realisierung zu gewärtigen bzw. bei der Umsetzung zu berücksichtigen sind. Die Machbarkeit wurde anhand der fünf Kriterien Entsorgungssicherheit, Marktrisiken, Finanzierung, technische Machbarkeit sowie Rechtskonformität diskutiert.

Bezüglich **Entsorgungssicherheit** schneiden die zwei Szenarien gleich ab. Unter Entsorgungssicherheit wird hier verstanden, dass auch künftig jederzeit die Behandlung der Kunststoffabfälle gemäss den Schweizer Vorschriften im Inland gewährleistet sein muss und dass hierfür genügend Entsorgungskapazität vorhanden ist. Es wird davon ausgegangen, dass beide Szenarien bezüglich Planbarkeit von Infrastruktur- und Anlagekapazitäten sowie auch bezüglich der Auswirkungen von möglichen Schwankungen in Menge und Qualität des separat gesammelten Kunststoffabfalls schlechter zu handhaben sind als die heutige Situation. Grund dafür ist, dass bei der zunehmenden stofflichen Verwertung im Recycling bzw. bei der zunehmenden energetischen Verwertung in Zementwerken zusehends private Akteure eine Rolle spielen.

Bezüglich **Marktrisiken** verschlechtern sich beide Szenarien gegenüber heute. Unter Marktrisiken werden Einflüsse verstanden, welche den Willen zur Entgegennahme und Verwertung der Kunststoffabfälle durch Unternehmen der Privatwirtschaft mitbestimmen. Das Engagement privater Unternehmer wird sowohl bei der stofflichen wie bei der energetischen Verwertung im Zementwerk durch die Rohstoff- und Energiepreise (Rohöl, Kohle) bestimmt. Sind diese Preise zu niedrig, fehlt die Bereitschaft privater Akteure zur Investition. Grundsätzlich wird die Preisentwicklung sowohl bei Rohöl wie auch bei Kohle als steigend eingeschätzt, was somit die Verwer-

tung von Kunststoffen begünstigt. Trotzdem werden die Risiken bezüglich Entsorgungssicherheit im Vergleich zur Behandlung der Kunststoffabfälle in KVA insgesamt als höher eingestuft.

Beim Kriterium **Finanzierung** geht es um die Investitionen in Anlagen und Ausrüstung im Zusammenhang mit der Verwertung der Kunststoffabfälle. Es wurde dabei diskutiert, a) wer die Investitionen finanziert und b) ob sich die Abfallentsorgungsgebühren der Privathaushalte verändert. Aus Sicht der öffentlichen Hand müssen einerseits Investitionen für zusätzliche Infrastruktur zur Separatsammlung von Kunststoffabfällen aus Haushaltungen getätigt werden. Auf der anderen Seite kann langfristig KVA-Kapazität reduziert werden. Für die Behandlung der Kunststoffabfälle aus Industrie und Gewerbe sind die privaten Unternehmer als Abfallinhaber verantwortlich. Die gesamte Verwertung bei beiden Szenarien über Sammlung zu Sortierung bis und mit Verwertung wird durch Unternehmungen der Privatwirtschaft finanziert. Bezüglich Finanzierung wird bei beiden Szenarien mit einer im Vergleich zu heute etwas schlechteren Situation ausgegangen, weil zusätzliche Investitionen getätigt werden müssen.

Die **technische Machbarkeit** wird bei beiden Szenarien als vergleichbar eingeschätzt. Es kommt ausserdem zu keiner Verschlechterung oder Verbesserung gegenüber der heutigen Situation. Die technische Machbarkeit berücksichtigt den Stand der Technologie (bestehende oder erforderliche neue Technologie) sowie die Möglichkeit, die erforderliche Anzahl Anlagen realisieren zu können. Es wurde befunden, dass das Know-how für alle Prozesse bereits vorhanden ist und dass diese entweder in der Schweiz oder in Europa bereits eingesetzt werden. Die zentrale Herausforderung ist der Aufbau der Separatsammelinfrastruktur. Gemäss Modellannahmen sind zwischen 3'000 und 5'000 zusätzliche zentrale Sammelstellen nötig, sowie zwischen 6 und 10 Sortieranlagen und zwischen 3 und 10 Recyclinganlagen.

Bezüglich **Rechtskonformität** schneiden die zwei Szenarien in etwa gleich ab. Es kommt gegenüber der heutigen Situation insgesamt weder zu einer Verschlechterung noch zu einer Verbesserung. Unter dem Kriterium Rechtskonformität wird verstanden, dass die beiden Szenarien mit der bestehenden Gesetzgebung rechtskonform sind oder dass keine Vorschriften oder Richtlinien angepasst werden müssen. Für Szenario 2 muss einschränkend gesagt werden, dass beim Einsatz von Kunststoffabfällen aus privaten Haushaltungen als alternativer Brennstoff in Zementwerken die Positivliste der Richtlinie zur Abfallverwertung in Zementwerken angepasst werden muss.

Es kann festgehalten werden, dass sich die beiden Szenarien hinsichtlich der Machbarkeit leicht unterscheiden, jedoch beide Szenarien 1 und 2 im Vergleich zu heute insgesamt schlechter beurteilt werden. Gegenüber der heutigen Situation schneiden beide Szenarien bezüglich Entsorgungssicherheit und Marktrisiken schlechter ab. Bezüglich Finanzierung, technischer Machbarkeit und Rechtskonformität wird die zukünftige Situation als in etwa vergleichbar mit der heutigen eingeschätzt.

7.4 Zuverlässigkeit der Ergebnisse

Die Ergebnisse in der vorliegenden Arbeit sind naturgemäss mit gewissen Unsicherheiten behaftet (siehe dazu Abschnitt 5.1). Dementsprechend behutsam muss auch bei der Interpretation vorgegangen werden. Grundsätzlich sollten daher die Ergebnisse nicht als absolute Werte sondern eher als Richtungsweiser verstanden werden. Das Modell zeigt gut auf, wo sich welche Stellschrauben befinden (z.B. Sammel-, Sortier- und Recyclingquoten), wer diese „bewegen“ kann (z.B. Private, öffentliche Hand) und wie weit sie sich „bewegen lassen“ (z.B. maximaler Anteil separat gesammelter Kunststoff mit Recyclingqualität). Die Ergebnisse sollen nicht dazu verwendet werden, beispielsweise die genaue Anzahl von lokalen Sammelstellen zu bestimmen. Es soll vielmehr die Diskussion z.B. auf den Punkt gelenkt werden, dass heute in der Schweiz noch kaum Kunststoff separat gesammelt wird und, falls die Sammelquote zukünftig signifikant erhöht wird, hohe Investitionen in Sammelstellen nötig sind. Wie sich die Finanzierung eines solchen Sammelsystems zusammensetzt, muss zwischen öffentlicher Hand und Privatwirtschaft definiert werden. Das excel-basierte Bewertungsmodell macht Angaben dazu, ob es sich dabei eher um 50, 500 oder 5000 Sammelstellen handelt und mit welchen Gesamtinvestitionskosten zu rechnen ist. Das Modell fördert ausserdem eine fokussierte Diskussion, indem die Grundannahmen (z.B. Kapazität der Sammelstelle, Betriebskosten pro t KSt-Abfall) für alle ersichtlich werden und variiert werden können.

Es sei an dieser Stelle noch einmal angemerkt, dass es sich bei der vorliegenden Betrachtung um Extremszenarien handelt (siehe Abschnitt 4.1.2). In der Realität werden diese so kaum auftreten, bzw. es werden viel eher Mischformen vorliegen.

7.5 Folgerungen

7.5.1 Einleitung

Ziel des Projekts war es, ausgewählte Stoffstrom-Varianten der Kunststoffverwertung nach einem identischen Raster präzise zu beschreiben und die verschiedenen Varianten nach Kriterien einer nachhaltigen Entwicklung mit einer gemeinsamen Methodik zu bewerten. Im Vordergrund steht dabei eine langfristige und volkswirtschaftliche Sicht mit Fokus auf vereinfachende ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Kriterien. Das entwickelte Modell dient als Grundlage zur Beantwortung der Frage, ob weitere Kunststoff-Fraktionen aus ökologischen und ökonomischen Gründen einer stofflichen oder thermischen Verwertung zugeführt werden sollen, und wenn ja, wie dies umsetzbar ist.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnten anhand einer ExpertInneneinschätzung zwei realistische Szenarien festgelegt werden. Es handelt sich um zwei Extremszenarien, die jeweils von

einer realistisch-maximalen Verwertungsannahme der einzelnen Kunststofffraktionen ausgehen. Es wurde weiter ein excel-basiertes Bewertungsmodell entwickelt, das es erlaubt, die beiden Szenarien bezüglich ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Kriterien zu bewerten. Das Bewertungsmodell wurde auf die zwei Szenarien angewendet, und es konnte ein Vergleich mit der heutigen Situation sowie zwischen den beiden Szenarien gemacht werden.

7.5.2 Empfehlungen

Basierend auf oben stehenden Ausführungen können folgende Empfehlungen abgeleitet werden:

- **Es ist ein Richtungsentscheid zu vermehrtem Recycling von Kunststoffabfällen in der Schweiz zu fällen, d.h. zur Priorisierung der künftigen Behandlung der Kunststoffabfälle gemäss Szenario 1.**

Dabei geht es um das vermehrte Recycling von Kunststoffabfällen aus privaten Haushalten und das vermehrte Recycling von Kunststoffabfällen aus Gewerbe und Industrie.

Bei der Priorisierung des Recyclings von Kunststoffabfällen würde immer noch der grosse Teil der Kunststoffabfälle in KVA behandelt, und auch der Zementindustrie würde eine ähnlich grosse Menge Kunststoffabfälle wie heute zur Verfügung stehen.

- **Im Hinblick auf das vermehrte Recycling muss die Separatsammelquote im Vergleich zu heute signifikant erhöht werden.**

Für eine höhere Separatsammelquote müssen die Abfallinhaber zu vermehrter Trennung der Kunststoffabfälle angeleitet und motiviert werden. Dazu muss die erforderliche Infrastruktur aufgebaut, sehr gut kommuniziert und zusätzliche Anreize geprüft werden.

Die Erfahrung zeigt, dass (herausfordernde) Zielsetzungen im Umweltbereich mit Massnahmen, die alleine auf Freiwilligkeit setzen, kaum erreicht werden können. Es müssen deshalb zusätzliche Anreize geschaffen werden.

Im Rahmen der TVA-Revision ist zu prüfen, ob eine minimale Verwertungsquote für alle Kunststoff-Verpackungen gesamthaft festzulegen ist. Bei den Kunststoff-Verpackungen handelt es sich um eine vergleichsweise homogene Fraktion, die rund 46% der gesamten Kunststoffabfälle ausmacht (siehe Abbildung A3). Kunststoff-Verpackungen sind für das Recycling grundsätzlich geeignet und von den Konsumentinnen und Konsumenten gut identifizierbar.

Beim vermehrten Recycling sind aber auch Kunststoffabfälle aus Gewerbe und Industrie zu berücksichtigen, die oft in grösseren Mengen, häufig sortenrein und kaum verschmutzt anfallen.

- **Bei der Umsetzung müssen Kapazitäten von Infrastruktur und Anlagen sowie die Organisation über die gesamte Verwertungskette der Kunststoffabfälle bereitgestellt bzw. aufeinander abgestimmt werden.**

Für die Akzeptanz bei Bevölkerung und Industrie und Gewerbe ist es wichtig, dass die separierten Kunststoffabfälle auch wie vorgesehen rezykliert werden bzw. Re-Granulat hergestellt wird. Deshalb müssen schrittweise und koordiniert die nötigen Sammlung-, Sortierung- und Recyclingkapazitäten aufgebaut werden.

- **Es ist zu prüfen, ob eine passende Organisation für das Recycling der Kunststoffabfälle gebildet werden soll, welche klare Aufgaben, Kompetenzen und Verantwortlichkeiten erhält.**

Zu Beginn stünde vor allem der Aufbau der Logistik zur Separatsammlung der Kunststoffabfälle und der flankierenden Massnahmen im Vordergrund. Grundsätzlich muss dazu nicht zwingend eine neue Organisation aufgebaut werden. Es ist auch eine Aufgabenerweiterung bestehender Organisationen denkbar, z.B. „PRS extended“. Wichtig wäre die Klärung und Aufteilung der Aufgaben im Bereich der Separatsammlung zwischen „PRS extended“, den Gemeinden und dem Detailhandel.

A1 Details Akteuranalyse

	Akteurgruppe	Haupttätigkeiten	„Abfalltätigkeit“	Interessen, Bedürfnisse bez. (KS-) Abfallverwertung
Abfallentstehung, Abfallaufkommen	Private Haushalte	Konsum	<ul style="list-style-type: none"> Abfall in Behältern bereitstellen Abfälle trennen 	<ul style="list-style-type: none"> Tiefe Gebühren minimaler Aufwand, min. Eigenleistungen
	Industrie- und Gewerbebetriebe (als Abfallproduzent)	Produktion Güter	<ul style="list-style-type: none"> Abfall bereitstellen Abfall separieren Abfall wiederverwerten 	<ul style="list-style-type: none"> Minimale Kosten minimaler Aufwand min. Platzbedarf für Abfallbereitstellung
	Detailhandel	Verkauf Produkte	<ul style="list-style-type: none"> Rücknahme gewisser Abfallfraktionen (Verpackungen, Gebinde) 	<ul style="list-style-type: none"> Minimale Kosten minimaler Aufwand min. Platzbedarf für Abfallmanagement zufriedene Kunden und Mitarbeiter
	Dienstleistungsbetriebe (Restaurants, Büros, ...)	Verkauf Dienstleistungen	<ul style="list-style-type: none"> Abfall in Behältern bereitstellen Abfälle trennen 	<ul style="list-style-type: none"> Minimale Kosten minimaler Aufwand min. Platzbedarf für Abfallmanagement zufriedene Kunden und Mitarbeiter
	Land- und Forstwirtschaftsbetriebe	Produktion Nahrungsmittel	<ul style="list-style-type: none"> Abfall in Behältern bereitstellen Abfälle trennen 	<ul style="list-style-type: none"> Minimale Kosten minimaler Aufwand
Abfalllogistik, Recycling	Transportunternehmungen	Transport	<ul style="list-style-type: none"> Abfall sammeln und transportieren 	<ul style="list-style-type: none"> Gleichmässiges, planbares Abfallaufkommen Gut ausgelastete Fahrzeuge
	Industrie- und Gewerbebetriebe (als Entsorger)	Abfälle aufbereiten	<ul style="list-style-type: none"> Sortieren, schneiden, ... 	<ul style="list-style-type: none"> Gleichmässiges, planbare Abfallanlieferungen Stabile Marktpreise für Zwischenprodukte Wenig Aufwand, tiefe Kosten damit konkurrenzfähige Preisgestaltung für Zwischenprodukte
	Recycling-Unternehmungen	Stoffliche Verwertung Wertstoffe	<ul style="list-style-type: none"> Produkte aus rezyklierten Stoffen herstellen 	<ul style="list-style-type: none"> Stabile Mengen und homogene Qualität der Inputprodukte Stabile Nachfrage nach Produkte
Verwertung	KVA	Abfälle verbrennen	<ul style="list-style-type: none"> Gemischte, brennbare Abfälle verbrennen Abwärme nutzen 	<ul style="list-style-type: none"> Stabile Heizwerte Gute Auslastung Anlage Kosten decken
	Zementwerke	Klinker, Zement herstellen	<ul style="list-style-type: none"> Einsatz ABS und MIC 	<ul style="list-style-type: none"> Kostengünstige ABS / MIC Homogene ABS stabile Klinkerqualität
Verbände	IG DHS	Lobbying, Kommunikation, ...	Interessenvertretung Detailhandelbetriebe CH	<ul style="list-style-type: none"> Zufriedene Mitglieder gutes Image bei Ansprechgruppen
	Städteverband	Lobbying, Kommunikation, ...	Interessenvertretung Städte CH	<ul style="list-style-type: none"> Zufriedene Mitglieder gutes Image bei Ansprechgruppen
	Kunststoffverband Schweiz KVS	Lobbying, Kommunikation, ...	Interessenvertretung KS produzierende,	<ul style="list-style-type: none"> Zufriedene Mitglieder gutes Image bei Ansprechgruppen

Akteurgruppe	Haupttätigkeiten	„Abfalltätigkeit“	Interessen, Bedürfnisse bez. (KS-) Abfallverwertung
		verarbeitende Betriebe	
VBSA	Lobbying, Kommunikation, ...	Interessenvertretung Betreiber KVA	<ul style="list-style-type: none"> • Zufriedene Mitglieder • Planungssicherheit • „Gleich lange Spiesse“
cemsuisse	Lobbying, Kommunikation, ...	Interessenvertretung Zementwerke	<ul style="list-style-type: none"> • Zufriedene Mitglieder • Planungssicherheit • „Gleich lange Spiesse“
PRS	Lobbying, Kommunikation, ...	Recycling PET Flaschen	<ul style="list-style-type: none"> • Zuverlässiges Erreichen der Recyclingquote von 75% • Angemessener Aufwand bzw. tiefe Kosten
Öffentliche Hand	Bund (BAFU)	<ul style="list-style-type: none"> • Leitplanken Abfallplanung und –entsorgung 	<ul style="list-style-type: none"> • Ressourceneffizienz • Tiefe Umweltbelastungen • Entsorgungssicherheit gewährleisten
	Kantone (Abfallsektionen)	<ul style="list-style-type: none"> • Bau und Betrieb Abfallbehandlungsanlagen überwachen • Abfallplanung 	<ul style="list-style-type: none"> • Ressourceneffizienz • Tiefe Umweltbelastungen
	Gemeinden (Politik und Behörden)	<ul style="list-style-type: none"> • Kehricht sammeln, transportieren • Separatsammelstellen betreiben • Gebühren einziehen, informieren, ... 	<ul style="list-style-type: none"> • Saubere Gemeinden • Zufriedene Bürgerinnen, Bürger

A2 Details heutige Verwertung Kunststoffabfälle



Stand: 28.02.2011

IOBE

Weiche Fraktionen - Hauptkunststoffe

Herkunft / Fraktion	Beschrieb	Haupt-Branche	Haupt-Kunststoff	Anteil Haupt-Kunststoff vom bis 10% gross ab 10%	Verbrauch Total t/a	Anteil in % von Total Verbrauch	Verbrauch pro Kopf in kg /a	Verwertung heute in % (nicht KVA)	Verwertung heute in t/a (nicht KVA)	100'000 Verbrauch in t 800'000 Einwohnende		
										23% Min.	50% Mittel	75% Max.
										Theoretisches Potential Verw. in t/a (Quote abzüglich Verw. heute)	Theoretisches Potential Verw. in t/a (Quote abzüglich Verw. heute)	Theoretisches Potential Verw. in t/a (Quote abzüglich Verw. heute)
HH	Folien	Lebensmittel-Verpackungen wie Fleisch, Käse, Chips, Teigwaren, Tiefkühlprodukte, Fischhälfte, Zeitschriften, Elektro-Geräte etc.	PE-LD	klein	50'000	5%	0.3	2%	1'000	10'250	24'000	36'500
HH	Tragtaschen	Tragtaschen für Kleider, Lebensmittel, Beutel etc.	PE-LD	gross	12'000	1%	1.5	2%	240	2'480	5'760	8'760
HH	Hohlkörper ohne Flaschen	Schalen, Dosen, Blister etc.	PE	mittel	45'000	5%	0.0	2%	900	9'225	21'800	32'850
HH	Becher	Joghurt, Glöck, Kaffeeautomatenbecher etc.	PS	gross	9'000	1%	0.0	2%	100	1'025	2'400	3'650
HH	Flaschen Getränke FET	Mineralwasser, Süssgetränke, Säfte etc.	PET	gross	55'000	6%	0.3	82%	45'100	-32'725	-17'600	-3'850
HH	Flaschen Milchprodukte	Milch, Rahm, Milchdrinks etc.	PE-HD	gross	9'000	1%	0.0	55%	2'750	-1'625	-250	1'000
HH	Flaschen Divers	Waschmittel und Kosmetik, Reinigung, Food (ohne PET-Getränkeflaschen) etc.	PE-HD	mittel	10'000	1%	1.3	15%	1'500	750	3'500	6'000
HH	Filmmaterial Verpackungen	Filmmaterial hauptsächlich für Elektro- und Elektronikgeräte	EPS	gross	3'000	0%	0.4	15%	450	225	1'050	1'800
HH	Diverse	Verpackungen divers, z.B. Kehrlichtsäcke	-	-	45'000	5%	0.0	2%	900	9'225	21'800	32'850
HH	Fahrzeuge	Innenr., Elektrik, Motor / Technik, Dämmung	PP	klein	90'000	9%	11.3	15%	13'500	6'750	31'500	54'000
HH	Möbel	Schaumstoffe, Gartentische etc.	?	klein	40'000	4%	0.0	2%	800	8'200	19'200	29'200
HH	Haushaltwaren	Küchenutensilien, Werkzeuge etc.	PP	klein	30'000	3%	3.8	2%	600	6'150	14'400	21'900
HH	Elektro und Elektronik	IT, Unterhaltungselektronik, Telefone, Küchengeräte etc.	PP	klein	50'000	5%	0.3	12%	6'000	5'250	19'000	31'500



Stand: 28.02.2011

Welche Fraktionen - Hauptkunststoffe

Herkunft / Fraktion	Beschrieb	Haupt-Branche	Haupt-Kunststoff	Anteil Haupt-Kunststoff kein bis 20% sonst bis 50% gross ab 80%	1'000'000 Verbrauch in t 800'000 Einwohner			Verwertung heute in % (nicht KVA)	Verwertung heute in t/a (nicht KVA)	23% Min. Theoretisches Potential Verw. in t/a (Quote abzüglich Verw. heute)	50% Mittel Theoretisches Potential Verw. in t/a (Quote abzüglich Verw. heute)	75% Max. Theoretisches Potential Verw. in t/a (Quote abzüglich Verw. heute)
					Verbrauch Totalt/a	Anteil in % von Total Verbrauch	Verbrauch pro Kopf in kg/a					
I + G	Hohlkörper - Diverses	Kunstst. Emern, Fässer, Tuben etc.	PP	gross	25'000	3%	3.1	2%	500	5'125	12'000	18'250
I + G	Diverses Verpackung	Verpackungen divers	-	-	30'000	3%	3.8	10%	3'000	3'750	12'000	19'500
I + G	Folien gross Divers	Schumpff., Streich-, Wickelfolien, Luftpolster, Sachware etc.	PE-LD	gross	75'000	8%	9.4	25%	18'750	-19'75	18'750	37'500
I + G	Folien gross Landwirtschaft	Slägg-, Abdeck., Treibhaus, Säcke	PE-LD	gross	20'000	2%	2.5	20%	4'000	500	6'000	11'000
I + G	Folien gross Bau	Bau- und Abdeckfolien, Dichtung, Planen	PE-LD	gross	15'000	2%	1.9	20%	3'000	3'75	4'500	8'250
I + G	Röhre	Wasser / Abwasser, Elektro, Drainage etc.	PE-HD	gross	110'000	11%	13.8	15%	16'500	8'250	38'500	68'000
I + G	Profile	Fenster, Abdeck. etc.	PVC	gross	60'000	6%	7.5	10%	6'000	7'500	24'000	39'000
I + G	Dämmung	Isolationsmaterial Bau	EPS	mittel	15'000	2%	1.9	5%	750	2'625	6'750	10'500
I + G	Diverses Bau	Diverse Produkte wie Schaller, Dichtungen	-	-	60'000	6%	7.5	2%	1'200	12'300	28'800	43'800
I + G	Medizin	Beutel, Hohlkörper, Folien etc.	PE	gross	30'000	3%	3.8	2%	600	6'150	14'400	21'900
HH I + G	Sonstiges	Alle weiteren Branchen wie z.B. Sport, Spielsachen	-	-	120'000	12%	15.0	2%	2'400	24'600	57'600	87'600
	Total	HH und I + G			1'000'000	100%	125	13%	130'540	947'460	3887'460	6197'460

Abbildung A1: Charakterisierung der Kunststoff-Fraktionen Schweiz im Jahr 2010 (Quelle: Kunststoff-Verwertung Schweiz, Bericht Module 1 und 2).

A3 Technische, ökonomische und ökologische Kenngrössen zu den im Berechnungsmodell verwendeten Prozessen

Sammlung und Transport von Kehrriecht

Technische Kenngrössen		Datenquelle
Durchschnittlich gefahrene Distanz pro Einsatz (Fahrt)	18 km/Fahrt	BFE, 2009: Vorstudie für eine Methode zur Bewertung der Entsorgungs- und Nutzungsverfahren von biogenen Abfällen und Hofdünger (ESU / econcept)
Durchschnittliche Auslastung Kehrriechtfahrzeug	6 t/Fahrt	EBP (SO) basierend auf verschiedenen Studien und Praxiszahlen
jährlich gesammelte Menge eines Kehrriechtfahrzeugs	5'200 t/a *Fzg	EBP (SO) basierend auf verschiedenen Studien und Praxiszahlen
Wirtschaftliche Kenngrössen		
Investitionskosten Kehrriechtfahrzeug	400'000 CHF	http://www.jonschwil.ch/index.php?section=news&cmd=details&newsid=125
Betriebskosten für Sammlung und Transport	125 CHF/t	EBP (SO) basierend auf verschiedenen Studien und Praxiszahlen
Ökologische Kenngrössen		
UBP pro tkm Abfalltransport (Transportvehikel)	1'254 UBP/tkm	ecoinvent, Betrieb LKW 28t CH EURO2 KehrriechtFzg, (nur Betrieb, also nur direkte Emissionen)

Transport LKW lose und gepresst

Transport Lastwagen		Datenquelle
Technische Kenngrössen		
Durchschnittliche gefahrene Distanz pro Fahrt	siehe unten km	eigene Annahmen
Durchschnittliche Auslastung Lastwagen	5.5 t/Fahrt	eigene Annahmen
jährliche Transportkapazität eines Lastwagens	5'000 t/a *Fzg	eigene Annahmen
Wirtschaftliche Kenngrössen		
Investitionskosten Lastwagen	100'000 CHF/Fahrzeug	eigene Annahmen
Betriebskosten für Transport Lastwagen	50.0 CHF/t	eigene Annahmen
Ökologische Kenngrössen		
UBP pro tkm Transport in Lastwagen	212 UBP/tkm	mobitool, Güterverkehr/Strasse/Lastwagen (3.5-7.5 t)/Diesel/EURO4, (nur direkte Emissionen berücksichtigt, keine Vorketten)

Betrieb lokale Sammelstelle

Technische Kenngrößen		Datenquelle
Anzahl Presscontainer pro kg KSt-Abfall	0.04 Stück/t KSt-Abfall	siehe zentrale Sammelstelle
Stromverbrauch Ballenpresse	0.0075 MWh/t KSt	150kwh für 20t (Webaria AG)
Wirtschaftliche Kenngrößen		
Investitionskosten Presscontainer	35'000 CHF/ Anlage	Hr. Model, Mail zu Sammelstellen vom 16.03.2012
Betriebskosten Ballenpresse	80 CHF/ t	CHF 16.- pro Ballen, 1 Ballen=200kg (Getag AG)
Ökologische Kenngrößen		
Strom CH Durchschnitt	266 UBP/kWh	ecoinvent, UBP pro kWh Strom CH Durchschnitt

Betrieb zentrale Sammelstelle

Technische Kenngrößen		Datenquelle
Kapazität zentrale Sammelstelle	25 t KSt-Abfall/a	Hr. Model, Mail vom 16.3.2012
Anzahl Presscontainer pro Sammelstelle	1 Stück	"
Anzahl Presscontainer pro kg KSt-Abfall	0.04 Stück/kg KSt-Abfall	gerechnet
Wirtschaftliche Kenngrößen		
Investitionssumme pro zentrale Sammelstelle (Presscontainer)	35'000 CHF pro Container	Hr. Model, Mail vom 16.3.2012
Investitionssumme pro kg KSt-Abfall	1'400 CHF pro t KSt-Abfall	gerechnet
Betriebskosten für zentrale Sammelstelle	260 CHF/t KSt-Abfall	Hr. Model, Mail vom 16.3.2012
Ökologische Kenngrößen		
Stromverbrauch Ballenpresse	0.0075 MWh/t KSt	150kwh für 20t (Webaria AG)
Strom CH Durchschnitt	266 UBP/kWh	ecoinvent, UBP pro kWh Strom CH Durchschnitt

Betrieb Sortierung

Technische Kenngrößen		Datenquelle
Kapazität aufwändige Sortieranlage	8'000 t KSt-Abfall/a	Angaben Hr. Model, Mail vom 1.3.2012
Stromverbrauch Sortieranlage	600'000 kWh/a	Angaben Hr. Model, Mail vom 1.3.2012
Stromverbrauch pro Tonne Kunststoff-Abfall	0.075 MWh/t	gerechnet
Wirtschaftliche Kenngrößen		
Investitionskosten pro Sortieranlage "aufwändige Sortierung"	2'500'000 CHF/ Anlage	Angaben Hr. Model, Mail vom 1.3.2012
Betriebskosten Sortieranlage "aufwändige Sortierung"	170 CHF/t	Angaben Hr. Model, Mail vom 1.3.2012
Ökologische Kenngrößen		
Strom CH Durchschnitt	266 UBP/kWh	ecoinvent, UBP pro kWh Strom CH Durchschnitt

Betrieb Recyclinganlage

Technische Kenngrößen		Datenquelle
Kapazität pro Anlage	17'000 t/a	Hr. Model, Mail vom 1.3.2012
Energieverbrauch (Strom und Gas)	1 kWh/kg Output	Hr. Model, Mail vom 1.3.2012
Wirtschaftliche Kenngrößen		
Investitionskosten Anlage Aufbereiten und Recycling	13'000'000 CHF/Anlage	Hr. Model, Mail vom 1.3.2012
Betriebskosten Aufbereitung und Recycling	480 CHF/t Regranulat	Hr. Model, Mail vom 1.3.2012
Ökologische Kenngrößen		
Umweltbelastung pro kg rezyklierter Kunststoff	477.3 UBP/kg	EMIS - ecoinvent / Prozess Kunststoff-Regranulat / Ökologische Knappheit 2006: Total

Aufbereitung KSt-Abfälle für Zementwerk

Technische Kenngrößen		Datenquelle
Kapazität Aufbereitungsanlage	25'000 t KSt-Abfall	Angaben Hr. Widmer, Mail vom 1.3.2012
Stromverbrauch Aufbereitungsanlage	0.09 MWh/t	Angaben Hr. Widmer, Mail vom 1.3.2012
Wirtschaftliche Kenngrößen		
Investitionskosten Aufbereitungsanlage	8'000'000 CHF/ Anlage	Angaben Hr. Widmer, Mail vom 1.3.2012
Betriebskosten Aufbereitungsanlage	105 CHF/ t	Angaben Hr. Widmer, Mail vom 1.3.2012
Ökologische Kenngrößen		
Strom CH Durchschnitt	266 UBP/kWh	ecoinvent, UBP pro kWh Strom CH Durchschnitt

Betrieb Zementwerk

Zementwerk			
Technische Kenngrößen			Datenquelle
Menge in Zementwerken verwertete KSt.-Abfälle	52'393	t/a	cemsuisse, Kennzahlen 2011
Anzahl Zementwerke	6	Stk.	"
Durchschnittliche Kapazität Zementwerke für KSt-Verwertung	8'732	t/Zementwerk	gerechnet
Heizwert Kunststoff-Abfall	25.0	MJ/kg	H. Widmer, Sitzung 9.3.2012
Substituierte Wärmemenge	1'310	TJ/a	gerechnet
Heizwert Kohle (Durchschnittswert)	26.3	MJ/kg	H. Widmer, Mail vom 4.6.2012
Wirtschaftliche Kenngrößen			
Investitionskosten Annahme, Lagersilo und Aufgabestruktur	23	CHF/t Kapazität	H. Widmer, Mail vom 16.03.2012
Investitionskosten bei zukünftiger Annahme von Kunststoffen mit höherem Chlor-Gehalten (Bypass)	38	CHF/t Kapazität	"
Investitionen für Umrüstung von Zementwerken	164	CHF/t Kapazität	M. Model, Mail vom 29.05.2012
Menge zusätzliche Kohle	49'803	t/a	gerechnet
Preis Kohle pro t (gemahlen, d.h. einblasfertig)	175	CHF/t	Mail R. Amiet, Holcim Schweiz, 8 Februar 2012
Annahmepreis Kunststoff pro t (einblasfertig)	35	CHF/t	M. Model, Sitzung 9.3.2012
Ökologische Kenngrößen			
Bereitstellung von 1 Tonne Steinkohle	314'000	UBP/t	ecoinvent, Steinkohle - Mix, ab Regionallager
Verbrennen von 1 Tonne Steinkohle	2'360'000	UBP/t	a) Emissionsfaktor CO ₂ : 2.36 t CO ₂ /t Steinkohle (Bafu, 2012) b) Ökofaktor CO ₂ : 0.31 UBPlg CO ₂ -Equ. (Ökofaktoren 2006, Bafu 2009)
Einsatz von 1 Tonne Steinkohle total	2'674'000	UBP/t	

Betrieb KVA

Kehrichtverbrennungsanlagen				
Technische Kenngrößen			Datenquelle	
Menge verbrannter Abfall in CH 2010		2'760'000	t/a	Abfallstatistik Bafu
Anzahl KVAs		30	Anlagen	Abfallstatistik Bafu
Durchschnittliche Kapazität KVA		92'000	t/Anlage*a	gerechnet
Heizwert Kunststoff-Abfall		31.0	MJ/kg	ecoinvent, Entsorgung, Kunststoffe, Mischung, 15.3% Wasser, in Kehrichtverbrennung
Wirkungsgrad KVA netto	Strom	11.0%		Umweltperspektiven 2009
	Wärme	23.4%		"
Reststoffe aus der Verbrennung von Kunststoffabfällen	RGR-Rückstände	0.02	kg/kg KSt	ecoinvent, Entsorgung, Kunststoffe, Mischung, 15.3% Wasser, in Kehrichtverbrennung
	Schlacke	0.01	kg/kg KSt	"
Wirtschaftliche Kenngrößen				
Investitionssumme pro Anlage		140'000'000	CHF	P. Steiner, VBSA
Betriebskosten pro Jahr		138	CHF/t	EBP (SO) basierend auf verschiedenen Studien und Praxiszahlen
Erlös aus Stromverkauf		0.075	CHF/kWh	EBP (SO) basierend auf verschiedenen Studien und Praxiszahlen
Erlös aus Wärmeverkauf		0.013	CHF/MJ	EBP (SO) basierend auf verschiedenen Studien und Praxiszahlen
Ökologische Kenngrößen				
UBP pro kg entsorgter Kunststoff		916	UBP/kg	ecoinvent, Entsorgung, Kunststoffe, Mischung, 15.3% Wasser, in Kehrichtverbrennung - Angepasst durch F. Dinkel, Carbotech, weniger Dioxin, weniger TOC in Deponie (UBP 2011)

Bereitstellung Strom konventionell

1 kWh Strom aus modernem GUD, Brennstoff Erdgas			
Wirtschaftliche Kenngrössen			
Investitionssumme pro Anlage moderne GUD mit Erdgas (400 MWe)	1'000'000	CHF/MW	Quelle: EBP (SO) Diverse Literatur und eigene Studien
Kosten pro kWh Strom aus GUD mit Erdgas	0.11	CHF/kWh	Quelle: Infrac, TNC: STROMEFFIZIENZ UND ERNEUERBARE ENERGIEN – WIRTSCHAFTLICHE ALTERNATIVE ZU GROSSKRAFTWERKEN. Zürich, 7. Mai 2010.
Ökologische Kenngrössen			
UBP pro MJ Strom aus GUD mit Erdgas	74.7	UBP/MJ	Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, ESU-Services, 2008, Erdgaskombikraftwerk GuD
UBP pro kWh Strom aus GUD mit Erdgas	266.8	UBP/kWh	Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, ESU-Services, 2008, Erdgaskombikraftwerk GuD

Bereitstellung Wärme konventionell


1 MJ Wärme aus einer kondensierenden und modulierenden Erdgasfeuerung			
Wirtschaftliche Kenngrössen			
Investitionssumme pro Anlage kond. und mod. Erdgasfeuerung (100 kW)	1'000	CHF/kW	Quelle: EBP (SI/ISO)
Wärmegestehungskosten kond. und mod. Erdgasfeuerung pro MJ	0.04	CHF/MJ	Quelle: EBP (SI/ISO)
Ökologische Kenngrössen			
UBP pro MJ Wärme aus kond. und mod. Erdgasfeuerung	35	UBP/MJ	ecoinvent, Nutzwärme, Erdgas, ab Heizkessel kond. mod. <100kW

Bereitstellung primäres Kunststoffgranulat

Produktion von 1 kg HDPE			
Wirtschaftliche Kenngrössen			
Kapazität 1 Anlage	300'000	t/Anlage*a	Mail M. Model vom 05.06.2012
Investitionssumme für Anlage für HDPE-Produktion	520'000'000	CHF	Mail M. Model vom 05.06.2012
Betriebskosten für Produktion von 1 t HDPE	1'000	CHF/t	Angaben M. Model (Sitzung LG 21.05.2012): Preis heute 1800.- CHF; 5-10% Marge, 50-60% Kapitalkosten, der Rest ist Betriebskosten.
Ökologische Kenngrössen			
UBP für Produktion von 1 t HDPE	1'330'000	UBP/t	ecoinvent, Polyethylen-Granulat, HDPE, ab Werk
UBP für Produktion von 1 t Kunststoffmix	1'830'000	UBP/t	ecoinvent; Mix gemäss Bericht Redlio Modul 1+2, 2011, S. 40



Bundesamt für Umwelt BAFU
Frau Irene Epp
Postfach
3003 Bern

Kanton Zürich
Baudirektion
**Amt für
Abfall, Wasser, Energie und Luft**
Abfallwirtschaft und Betriebe

Abfallwirtschaft

Elmar Kuhn
Dr. sc. nat.
Sektionsleiter

Kontakt:
Simon Schwarzenbach Schurter
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Weinbergstrasse 34
8090 Zürich
Telefon +41 43 259 32 98
simon.schwarzenbach@bd.zh.ch
www.awel.zh.ch

25. Januar 2016

Projektausschuss Runder Tisch Kunststoffverwertung Schweiz: Stellungnahme für die Veröffentlichung der Berichtmodule 3 und 4

Sehr geehrte Frau Epp
Sehr geehrter Herr Buletti

Mit Schreiben vom 9. Oktober 2015 (E-Mail) haben Sie uns als Mitglied des Projektausschusses «Runder Tisch Kunststoffverwertung Schweiz» dazu eingeladen, Ihnen unsere Stellungnahme abzugeben hinsichtlich dem Abschluss der von Ernst Basler + Partner erarbeiteten Modulen 3 und 4 im Bericht «Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz» vom 24. April 2013. Wir danken Ihnen für die Gelegenheit Stellung nehmen zu können und äussern uns wie folgt:

Die zwischen 2010 und 2013 vom Projektausschuss und unter der Leitung vom BAFU modular erarbeiteten Fakten zur Kunststoffverwertung Schweiz (Ist-Analyse, Verifizierung von Mengengerüsten und Potentialen, Module 1 und 2) und die Erkenntnisse zur ökologischen und ökonomischen Bewertung ausgewählter Zukunftsszenarien sowie die Machbarkeitsanalyse – inkl. finanziellen Betrachtungen – in den vorliegenden Modulen 3 und 4, nehmen wir als wichtige Grundlage für die aktuellen und weiteren Diskussionen zur Thematik der Kunststoffsammlung und -verwertung in der Schweiz zur Kenntnis.

Um eine nationale Strategie zur Sammlung und Verwertung von Kunststoffen aus Haushalten konzipieren zu können, sind neben den genannten Modul-Berichten auch die in den letzten drei Jahren gemachten Erfahrungen aus diversen Pilotprojekten einzelner Städte, Gemeinden und Zweckverbände und von privaten Entsorgern sowie das neue Engagement des Detailhandels einzubeziehen. Überdies setzt die Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA) vom 4. Dezember 2015 neue rechtliche Rahmenbedingungen. Die bisherigen Resultate des Projektausschusses «Runder Tisch Kunststoffverwertung Schweiz» sind aus diesen Gründen revisions- bzw. erweiterungsbedürftig.

Aus diesen Überlegungen, aber auch da das AWEL sich bereits bei der Entwicklung dieser Berichte im Rahmen von Projektsitzungen detailliert eingebracht hatte, verzichten wir auf eine Stellungnahme zu den Modul-Berichten 3 und 4. Es ist uns aber wichtig und wir regen an, dass die Diskussion um eine tragfähige nationale Sammlung und Verwertung von Kunststoffen aus Haushalten erneut aufgegriffen wird, indem

- der «Runde Tisch Kunststoffverwertung Schweiz» mit den relevanten Akteur/-innen erneut - unter der Leitung des BAFU – und noch in diesem Jahr aktiv wird,
- unter Berücksichtigung der Modul-Berichte 1 bis 4 und den Erfahrungen der Praxis in den letzten drei Jahren sowie den veränderten Rahmenbedingungen (z.B. VVEA) in einem moderierten Workshop am «Runden Tisch» erneut Bilanz gezogen wird,
- auf der Basis dieser Bilanz eine nationale Strategie für die Sammlung und Verwertung von Kunststoffen aus Haushalten entwickelt wird, wobei dem Schliessen von Stoffkreisläufen (mit ökologischen Vorteilen) sowie im Falle von kommunalen Sammlungen der Finanzierung entsprechend Rechnung getragen wird.

Wir weisen darauf hin, dass die detaillierte Kenntnis der Entsorgungswege (insbesondere auch Mengenströme ab Sortierung) zu den heute aus Haushalten gesammelten Kunststoffabfällen fehlt und zu ermitteln ist. Es braucht als zweites eine Evaluation, inwieweit die aktuell bestehenden Entsorgungswege als ökologisch vorteilhaft bewertet werden können. Als geeigneter Lösungsansatz bietet sich hier die Ermittlung des Stands der Technik hinsichtlich der stofflichen Verwertung von Sammlung und Verwertung von Kunststoffen aus Haushalten an.

Freundliche Grüsse



Elmar Kuhn

Stellungnahme zum Bericht der Module 3+4

Vorbemerkungen

Der Bericht „Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz“ widerspiegelt die Konfliktlinien, wie sie auch innerhalb des Ausschusses des vom BAFU ins Leben gerufenen Projektes zu Tage traten. Hier die eine ökologische und nachhaltige Optimierung anstrebenden Verwerter von Kunststoffabfällen, dort die auf eine möglichst hohe Auslastung der bestehenden Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) zielenden, häufig losgelöst von einer Nachhaltigkeitsbetrachtung operierenden Betreiber der KVA. Dieses Dilemma findet sich auch im vorliegenden Bericht. Es sind daher in Bezug auf die Schlussfolgerungen zwingend Vorbehalte aus ökologischer, wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Sicht anzubringen.

Alle massgebenden Ökobilanzstudien weisen klare ökologische Vorteile für die stoffliche und energetische Verwertung von Kunststoffen aus – und verlangen daher die Auskopplung von Kunststoffen aus der KVA-Entsorgung. Aus ökologischen Gründen ist somit eine separate Sammlung von reinen Kunststoffabfällen zwingend geboten.

Grundsätzliche Stellungnahme zur Kunststoffverwertung

In der Schweiz bestehen bereits verschiedene Separatsammlungen seitens der Grossverteiler wie auch einzelner Gemeinden. Diese belegen deutlich, dass ein Bedürfnis für die Sammlung und Verwertung von Kunststoffabfällen besteht. Dies zeigt sich nicht zuletzt in der verhältnismässig guten Qualität des Sammelgutes. In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit ist festzuhalten, dass heute alle Wertstoffsammlungen dank der vorgezogenen Entsorgungsgebühr grundsätzlich selbsttragend sind. Nach einer Einführungsphase können somit separate Kunststoffsammlungen – auch für gemischte Sammlungen mit nachträglicher Sortierung – selbsttragend realisiert werden. Das Argument des Schutzes der Investitionen in die übermässigen Verbrennungskapazitäten ist dabei fehl am Platz. Im Gegenteil: es führt einzig dazu, dass unter dem Titel des „Investitionsschutzes“ zusätzliche Überkapazitäten geschaffen würden. Überkapazitäten im KVA-Bereich sind nichts anderes als eine Fehlallokation von öffentlichen Mitteln.

Stellungnahme zum Bericht „Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz“

Der im Frühjahr 2013 fertiggestellte Bericht will beliebt machen, dass die stoffliche Wiederverwertung zu maximieren und dass nach wie vor ein Grossteil der Kunststoffabfälle in den KVA zu entsorgen sind. Die energetische Verwertung in Zementwerken sei dabei zu minimieren. Der Bericht steht dabei nicht nur im Widerspruch zu den Regelungen auf europäischer Ebene, welche dem „Co-Processing“ – der stofflichen und energetischen Verwertung – einen klaren Vorrang gegenüber jeder Entsorgung einräumt, sondern lässt ebenfalls die Frage der Energieeffizienz vollständig ausser Acht. Die energetische Verwertung von Kunststoffabfällen in einem Zementwerk weist einen Wirkungsgrad von annähernd 100 Prozent auf, wogegen



KVA in der Regel einen Wirkungsgrad in Bezug auf die Ausnutzung der Energie von 30 bis 40 Prozent aufweisen. Im Zementproduktionsprozess wird dank einer innovativen Prozesssteuerung die Asche der Abfälle Teil des Zements, es fällt mithin keine Schlacke an. Bei einer Verbrennung in einer KVA resultiert am Schluss eine Schlacke im Umfange von 15 bis 20 Prozent des eingesetzten Abfalls, welche zulasten zukünftiger Generationen deponiert werden muss.

Das aus Sicht der Zementindustrie fehlerhafte Ergebnis beruht vornehmlich auf der Argumentation, dass das Zementverwertungsszenario hohe Investitionskosten und hohe Betriebskosten aufweise, dies im Vergleich gegenüber dem Status Quo – der Entsorgung in einer KVA – und gegenüber der stofflichen Verwertung. Als Grund für diese Kosten wird der Aufbau einer Sammel- und Aufbereitungslogistik genannt. Diese Argumentation greift aus verschiedenen Gründen zu kurz:

- Erstens bestehen in der Schweiz bereits verschiedene, in der Praxis etablierte Formen der Separatsammlung von Kunststoffen, sowohl von privater wie von staatlicher Seite.
- Zweitens werden allfällige Zusatzinvestitionen von privater Hand finanziert und schaffen damit Arbeitsplätze im produktiven Sektor; daraus resultiert eine Entlastung der öffentlichen Hand, weil dadurch keine zusätzlichen KVA-Kapazitäten aufgebaut werden müssen.
- Drittens wird mit der Aufhebung des KVA-Entsorgungsmonopols für Kunststoffabfälle die Wirtschaftlichkeit der Verwertungs-, resp. Entsorgungswege priorisiert. Bei Anwendung einer Vollkostenrechnung schneidet in aller Regel das private Unternehmen besser ab.

Gesamthaft gesehen ist der Bericht zudem in Bezug auf die Bearbeitungstiefe der ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Aspekte bei der Darstellung der Szenarien mangelhaft; dadurch ist keine ausreichende Nachvollziehbarkeit der Auswertung gegeben.

Eine flächendeckende Sammlung von Kunststoffabfällen und deren anschliessende Sortierung mit dem Ziel einer möglichst hohen stofflichen und energetischen Verwertung ist ein Gebot der Zeit. **Kunststoffabfälle sind wiederverwertbare Ressourcen und Energieträger zugleich. Diese sind gemäss den Zielen der Energiestrategie 2050 in der Schweiz zu verwerten; nur dadurch kann der Import fossiler Energieträger minimiert werden.**

Im Sinne des zukünftigen Umgangs mit Kunststoffabfällen gilt daher:

- **Das stoffliche Recycling und die energetische Verwertung von Kunststoffabfällen in der Zementindustrie sind aus ökologischer Sicht in jedem Falle der direkten Entsorgung in einer KVA zwingend vorzuziehen.** Dies führt dazu, dass auch bei einem zukünftigen Wachstum der schweizerischen Abfallmenge keine zusätzlichen KVA-Kapazitäten aufgebaut werden müssen und mithin die Investitionen der öffentlichen Hand optimiert werden können.
- **Die Maximierung der Kunststoffrecyclingquote mit gleichzeitiger Erhöhung des Anteils der thermischen Verwertung in Zementwerken führt aus Sicht der Nachhaltigkeit zu einer deutlichen Verbesserung gegenüber dem Status Quo.**
- **Die zuständigen Behörden fördern im Rahmen der geltenden Gesetze und Verordnungen gezielt die Separatsammlungen von Kunststoffen und deren Verwertung.** Dazu gehört der Verzicht auf die Vorgabe von obligatorischen Recyclingquoten.



Stellungnahme Coop und Migros: Bericht Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz (Bericht Modul 3 + 4) des Bundesamtes für Umwelt (Stand 24.04. 2013)

1. Einleitung

Coop und Migros danken Ihnen für die Möglichkeit, zum Bericht Verwertung von Kunststoffabfällen in der Schweiz Stellung zu nehmen. In den letzten Jahren hat sich der Detailhandel aufgrund der spezifischen Betroffenheit intensiv mit den Verwertungsmöglichkeiten von Kunststoffhohlkörpern auseinandergesetzt. Unsere Stellungnahme bezieht sich folglich einzig auf diese Teilfraktion von Kunststoffverpackungen.

- Bereits 2011 hat die Interessengemeinschaft Detailhandel Schweiz (IGDHS) in einer Studie zur Zukunft der Separatsammlungen die Grundlagen für potentielle, ökoeffiziente Sammlungen zusammengetragen.
- Basierend auf den Resultaten der Studie haben die Detailhändler die betriebliche Machbarkeit und die finanzielle Tragbarkeit eines Kunststoffhohlkörper ("Plastikflaschen")-Recyclings geprüft.
- Wo aufgrund betriebsinterner Strukturen und Kapazitäten in der Logistik eine Integration in bestehende Prozesse möglich und finanziell tragbar war, wurde die Plastikflaschensammlung eingeführt (Migros Ende 2013, Coop Ende 2014).

2. Stellungnahme Bericht "Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz"

- Die Berichte der Module 1-4 bilden eine wertvolle Übersicht zu den Kunststoff-Mengenströmen in der Schweiz.
- Das im Bericht abgebildete Basis-Szenario **entspricht nicht den aktuellen Verhältnissen**. Seit Ende 2013/14 nehmen Migros und Coop auf freiwilliger Basis sämtliche Plastikflaschen zurück und führen diese einer stofflichen Verwertung zu.
- Der Bericht untersucht in zwei Zukunftsszenarien, welche Kunststoffabfälle zukünftig vermehrt stofflich oder thermisch verwertet werden können/sollen. Dabei geht der Bericht von der Grundannahme aus, dass eine **Maximierung der Verwertungsquote** anzustreben ist (je höher die Sammelmenge, umso effizienter) und dies sowohl für das "Recycling"- wie auch das "Zement"-Szenario. In den heute laufenden Diskussionen der Recyclingbranche (z.B. Ressourcen-Trialog) herrscht allerdings weitgehend ein Konsens, dass eine quotenorientierte Sammlung im Sinne der Ökoeffizienz nicht zielführend ist und stattdessen eine **Optimierung der Sammlung und Verwertung** anzustreben ist (Optimum statt Maximum).

- Die im Bericht abgebildete Sammellogistik basiert auf einer kommunalen Sammelstelle. Die bei Coop und Migros effizient organisierte **Sammellogistik fliesst nicht in die Betrachtungen ein**. Abhängig von betriebsinternen Strukturen und Kapazitäten können Migros und Coop Plastikflaschen ökoeffizient sammeln. Mit dem Bau modernster Sortieranlagen in der Schweiz ist die Herstellung von hochwertigen Sekundärrohstoffen aus diesen Plastikflaschen gegeben.
- Eine Separatsammlung von Kunststoffabfällen ist nur sinnvoll, wenn daraus auch wieder hochwertige Produkte hergestellt werden können. Leider sind die **Erfahrungen aus dem Ausland nicht in den Bericht eingeflossen**, die zeigen, dass Gemischtkunststoffsammlungen eine schlechte Ausbeute beim Recycling aufweisen (siehe z.B. Greenpeace-Magazin Nov. 15). Im Sinne der Ökoeffizienz setzen sich Coop und Migros deshalb für **selektive Separatsammlungen** ein, die hochwertig weiterverwendet werden können, anstatt für grosse Massenströme, die nur in minderwertigen Produkten verwendet werden können oder sogar als Ersatzbrennstoff verbrannt werden müssen.
- Eine **Sammlung aller Kunststoffverpackungen über den Detailhandel ist nicht möglich und sinnvoll**: neben hygienischen Problemen (Sammelstellen sind meist in den Filialen) ist die Kapazität der Retourenlogistik des Detailhandels beschränkt und die Kosten für Infrastruktur und Sammlung steigen exponentiell.
- Eine erfolgreiche Kreislaufschiessung ist nur möglich, wenn ein **Markt für die erzeugten Sekundärrohstoffe** existiert. Hochwertige, konstante Qualitäten sind Voraussetzung für den Einsatz der Sekundärrohstoffe in neue Produkte. Leider wird diesem Aspekt im Bericht keine Bedeutung beigemessen.

3. Beitrag zu einem effizienten Recyclingsystem durch den Detailhandel:

Die Schweiz übt mit ihrem Recycling-System nicht zuletzt deshalb europaweit eine Vorbildfunktion aus, weil der Detailhandel beachtliche **Leistungen** auf privatwirtschaftlicher Basis erbringt:

- Der Detailhandel hat in den letzten Jahrzehnten intensiv an den **wissenschaftlichen Grundlagen und Ökobilanzen** mitgearbeitet, welche die Beurteilung von Verpackungen im Hinblick auf ihre Umweltverträglichkeit erst ermöglichen. Basierend auf den Erkenntnissen werden **Verhandlungen mit Lieferanten** gezielt so geführt, dass Verpackungsmaterial so weit als möglich reduziert werden kann.
- Der Detailhandel leistet mit ihrer **Rückwärtslogistik** einen Beitrag an ein kosteneffizientes und umweltschonendes Entsorgungssystem. Mit dieser Bündelung der Abfälle erbringen die Detailhändler eine **freiwillige Leistung**, die über die gesetzlichen Verpflichtungen hinaus geht.
- Branchenvereinbarungen wie bei den PET-Getränkeflaschen sind äusserst erfolgreich: In den Filialen von Migros und Coop werden z.B. 80 - 90 Prozent der verkauften PET-Flaschen zurückgenommen und dem Recycling übergeben. Dadurch gelingt es, die schweizweit staatlich vorgeschriebene Quote von 75 Prozent deutlich zu übertreffen.
- Der Detailhandel arbeitet konstruktiv mit dem **BAFU, dem Städteverband und den Recyclingorganisationen** zusammen und engagiert sich in deren Arbeitsgruppen,

Vorständen und Kommissionen. Dadurch, dass der Detailhandel seit über 20 Jahren ins Recyclingsystem eingebunden ist, ist der Problemdruck in der Schweiz entsprechend viel kleiner als in anderen Ländern, die erst jetzt damit beginnen den Detailhandel in diese Bemühungen einzubinden.

4. Fazit

- Dem Bericht "Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz" liegen überholte Annahmen zu Grunde. Insbesondere die Maximierung der Recycling-Quote ist heute anerkanntermassen kein gangbarer Weg mehr.
- Die Daten- und Faktengrundlage des Berichts ist nicht mehr aktuell. Die Recycling-Landschaft in der Schweiz hat sich seit 2013 grundlegend verändert (z.B. umgesetzte Plastikflaschensammlung oder auch Tendenzen zur Gemischtkunststoffsammlung über Gebührensäcke).
- Coop und Migros setzen sich für selektive, hochwertig weiterverwertbare Sammlungen ein. Der Detailhandel bietet keine Hand für (zusätzliche) Separatsammlungen die auf eine thermische Verwertung im Zementwerk hinausläuft (siehe Szenario 2 des Berichts). Dies ist betriebswirtschaftlich und ökologisch nicht effizient.
- Migros und Coop befürchten, dass die derzeitigen regionalen Initiativen zu Gemischtkunststoffsammlungen eine Gefahr darstellen für die erfolgreich eingeführte, selektive Separatsammlung der Plastikflaschen. Diese könnten zu einer Verwirrung der Konsumenten und damit zu vermehrten Fremdstoffen in den vom Detailhandel betriebenen Plastikflaschensammlung führen mit entsprechender Auswirkung auf die Qualität. Ausserdem zeigen Erfahrungen aus dem Ausland, dass bei Gemischtsammlungen mehr als die Hälfte thermisch verwertet werden muss.
- Ziel von Migros und Coop ist das Schliessen von Stoff- bzw. Materialkreisläufen. Um dieses Ziel zu erreichen, wird das stoffliche Recycling immer wichtiger. Qualitativ hochwertige Separatsammlungen sind dabei Voraussetzung für eine erfolgreiche Kreislaufschliessung.

Wir hoffen, dass unsere Stellungnahme bei der Veröffentlichung des Berichtes einfließen wird.

Freundliche Grüsse



Bruno Cabernard

Leiter Nachhaltigkeit
Coop Genossenschaft



Christine Wiederkehr-Luther

Leiterin Umwelt
Migros-Genossenschafts-Bund



Kommentar Organisation Kommunale Infrastruktur zum Bericht Modul 3+4:

Die Organisation Kommunale Infrastruktur (OKI) sieht den Hauptnutzen des Berichts zu den Modulen 3 und 4 darin, dass mit der Beschreibung der Verwertungsszenarien mögliche neue verwertbare Kunststofffraktionen quantifiziert werden. Hinsichtlich der Schlussfolgerungen und Empfehlungen nimmt OKI eine differenzierte Haltung ein: OKI favorisiert einen Ausbau von haushaltnahen Sammlungen nur bei sortenreinen Fraktionen gemäss dem gemeinsamen Positionspapier mit Swisrecycling und VBSA.

Die vermehrt propagierten kostenpflichtigen Sammelsäcke für gemischte Kunststoffe und teilweise auch weitere Fraktionen betrachtet OKI hinsichtlich einer schweizweiten Einführung mit Skepsis: Mit der nachgelagerten Finanzierung von Verpackungssammlungen werden etablierte vorgezogene Finanzierungssysteme für Verpackungen (Bsp. PET) gerade auch in der momentan ungünstigen Marktsituation für Sekundärrohstoffe akut gefährdet. Wenn sich die Haltung durchsetzen sollte, dass Handel und Produzenten keine Recyclingverpflichtungen mehr haben, werden für das Ecodesign und die Ressourceneffizienz von Verpackungen völlig falsche Signale gesendet. Wenn sich z.B. auch die PET-Sammlung weg vom Handel in die gemischten Sammelsäcke verlagert, würden die Gemeinden mit neuen Sammelaufgaben mit enormen Kostenfolgen konfrontiert. Erfahrungen mit gemischten Verpackungssammlungen im Ausland zeigen, dass meist nur rund 50% der Menge wirklich stofflich rezykliert werden kann, der Rest wird dann trotz Sortierung letztendlich meist thermisch genutzt, d.h. die Hälfte des Materials wird ohne Zusatznutzen unnötig transportiert. Das Erfolgsrezept im Schweizer Recycling und die verarbeitenden Industriebetriebe war bisher die hohe Sortenreinheit mit geringer Fehlwurfquote. In einem Szenario, in welchem mehr Fraktionen gleichzeitig gesammelt werden, werden die Kosten für Sortierung steigen und damit auch die Gefahr für Fremdstoffen und Verunreinigungen, worunter dann letztlich der Marktwert der Sekundärrohstoffe leidet. Aus diesen Gründen haben mehrere Städte und Regionen die gemischte Kunststoffsammlung wieder aufgegeben. OKI steht für zusätzliches ökoeffizientes Kunststoffrecycling ein: Für den Haushaltbereich ist dies die Sammlung von PE-Kunststoffflaschen mit Deckel, wie sie der Detailhandel seit einem Jahr aufbaut, anzustreben ist dabei ein Engagement des ganzen Detailhandels. Gleichzeitig besteht aber auch ein Potenzial für vermehrtes sortenreines Kunststoffrecycling bei Industrie und Gewerbe.

Bern, 21. Januar 2016/AB

Bundesamt für Umwelt BAFU
Frau Irene Epp
3003 Bern

Urs F. Meyer
Geschäftsführer
+41 62 834 00 60
u.meyer@swiss-plastics.ch

Aarau, 23. November 2015 | UFM

Runder Tisch Kunststoffverwertung Schweiz

Sehr geehrte Frau Epp

Nachfolgend lasse ich Ihnen eine kurze Stellungnahme zum Bericht Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz (Modul 3 + 4) zukommen.

Swiss Plastics hat im Projektausschuss des Runden Tisches Kunststoffverwertung Schweiz teilgenommen. Damit hatte der Branchenverband die Möglichkeit, die Anliegen und Überlegungen der Kunststoffindustrie sachlich einzubringen und darzulegen. Im Sinne einer zusammenfassenden Stellungnahme hält Swiss Plastics nochmals fest, dass die Sammlung von Kunststoffen grundsätzlich sinnvoll ist.

Jedes Gut, das nach dessen Verwendung eingesammelt wird, entlastet die Umwelt und trägt zur Sauberkeit bei. Diese generelle Aussage darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass die Rückgewinnung von Kunststoff nur dann sinnvoll ist, wenn der ökonomische Nutzen in einem akzeptablen Verhältnis zum ökologischen Aufwand steht.

Werden in einem Haushalt beispielsweise Kunststoffflaschen oder andere Hohlkörper separat gesammelt und der geeigneten Wiederverwendung zugeführt, kann daraus wieder Rohmaterial für die neuerliche Produktion von Kunststoffen gewonnen werden. Dafür existiert ein Markt, denn gewissen Kunststoffprodukten kann durchaus ein gewisser Anteil von Rezyklaten zugefügt werden, ohne dass die technische Funktionalität des Kunststoffes allzu stark verändert wird. Als Beispiel kann hier sicher das Sammeln von PET-Getränkeflaschen erwähnt werden, dessen Rezyklat unter anderem zur Herstellung von Bekleidung dienlich ist.

Viele Kunststoffprodukte können aber nur durch sehr aufwendige Verfahren derart wiederaufbereitet werden, dass der ökologische Nutzen in Bezug auf Wasser- und Stromverbrauch keineswegs gegeben ist. Ebenso kann die chemische Zusammensetzung der Kunststoffe eine Wiederverwertung als wenig sinnvoll erscheinen lassen, da ein Rezyklatanteil die Eigenschaf-

ten des Kunststoffes so verändern würde, dass dessen Einsatz nicht mehr möglich ist. In solchen Fällen ist thermische Verwertung des Kunststoffes die sinnvollste Methode, da mit der Verbrennung Energie gewonnen werden kann.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Swiss Plastics die Sammlung aller Kunststoffe als sinnvoll erachtet, die Wiederverwertbarkeit als Kunststoff gegenüber der thermischen Verwertung aber unter technischen, ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten sehr genau und im Einzelfall geprüft werden muss.

Freundliche Grüsse

Swiss Plastics

Urs F. Meyer



Verband der Betreiber Schweizerischer Abfallverwertungsanlagen
Association suisse des exploitants d'installations de valorisation des déchets
Associazione svizzera dei gestori degli impianti di valorizzazione dei rifiuti

Wankdorffeldstrasse 102
Postfach 261
3000 Bern 22

Telefon 031 721 61 61
Telefax 031 721 61 51

mail@vbsa.ch
www.vbsa.ch

Per Email an
Frau Irene Epp
Abt. Abfall und Rohstoffe
Bundesamt für Umwelt

Bern, den 23. November 2015

Stellungnahme des VBSA zum Schlussbericht „Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz“

Sehr geehrte Frau Epp,

Für die Möglichkeit, im Namen des VBSA zum Schlussbericht „Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz“ Stellung nehmen zu dürfen, danke ich Ihnen bestens.

Der Bericht beinhaltet den Vergleich von drei Szenarien: Das Szenario 0 bildet den Status quo ab, wo die Kunststoffabfälle hauptsächlich in thermischen Kehrichtverwertungsanlagen (KVA) verbrannt werden. In Szenario 1 „Recycling“ wird eine Steigerung des Recyclings modelliert. Szenario 2 „Zementwerke“ befasst sich mit einer Zunahme der thermischen Verwertung von Kunststoffabfällen als Alternativbrennstoffe in Zementwerken.

Alle drei Szenarien bringen eine gewisse Entlastung der Umwelt. Die Quantifizierung dieser Entlastung basiert auf verschiedenen Annahmen, die im Bericht (Tabelle 6) aufgeführt sind. Diese Annahmen sind von zentraler Bedeutung, weil sie einen starken Einfluss auf die Berechnung der Umweltauswirkungen und der Wirtschaftlichkeit der jeweiligen Szenarien haben. Unsere Stellungnahme befasst sich hauptsächlich mit diesen Annahmen, die aus unserer Sicht teilweise sehr fragwürdig sind.

Erste umstrittene Annahme

„Wenn mehr Re-Granulat auf den Markt kommt, fällt ein Teil der Produktion von primärem Kunststoffgranulat weg“. Diese Annahme zum Szenario „Recycling“ erachten wir als realitätsfremd. Wir bestreiten nämlich die Existenz eines solchen Substitutionseffekts und stellen dazu folgende Gegenbehauptung: Wenn mehr Re-Granulat auf den Markt kommt, hat dies überhaupt keinen Einfluss auf die Produktion von primärem Kunststoffgranulat. Das stoffliche Recycling von Kunststoff führt bloss zu einer Steigerung der auf dem Markt verfügbaren Kunststoffmenge. Darauf reagieren die Hersteller von Primärkunststoffen nicht mit einer Drosselung ihrer Produktion, sondern mit Preissenkungen sowie mit der Intensivierung der Suche nach neuen Absatzmärkten für ihren Primärkunststoff. Die aktuelle Entwicklung des Marktes für PET belegt diese Theorie: Gemäss der Pressemitteilung von PET-Recycling Schweiz vom 08.04.2015 ist primäres PET billiger als PET-Rezyklat und verdrängt letzteres vom Markt. Obwohl das PET mit

einer sehr hohen Quote rezykliert wird, haben die Hersteller von primärem PET ihre Produktion nicht reduziert, sondern im Gegenteil massiv gesteigert. Der Substitutionseffekt „Rezyklat ersetzt Primärmaterial“ ist daher aus unserer Sicht eine Illusion.

Die ökologischen und ökonomischen Vorteile des Szenarios „Recycling“ resultieren unmittelbar aus der Annahme „Rezyklat ersetzt Primärmaterial“. Wir erachten diese Annahme als falsch. Wenn das Substitutionseffekt entfällt, schneidet das Szenario „Recycling“ kaum noch besser ab als der Status quo. In diesem Sinne können wir die Empfehlung des Berichtes, wonach ein Richtungsentscheid zur Priorisierung des vermehrt stofflichen Recyclings zu fällen wäre, nicht mittragen.

Zweite umstrittene Annahme

Es wird angenommen, dass bei der verstärkten Nutzung von Kunststoffabfällen als Brennstoffe in der Zementindustrie stattdessen weniger Kohle benötigt wird. Diese Annahme zum Szenario „Zementwerke“ erachten wir als irreführend. Warum soll ausgerechnet Kohle, der dreckigste aller Brennstoffe, als Referenzbrennstoff der Zementindustrie dienen? Es ist nämlich durchaus möglich, Klinkeröfen mit dem viel saubereren Erdgas zu befeuern. Natürlich fällt die Entlastung der Umwelt viel geringer aus, wenn man Erdgas und nicht Kohle durch Kunststoffabfälle ersetzt. Es muss daher festgestellt werden, dass Kohle als Standardbrennstoff eine äusserst günstige Vergleichsbasis für die Zementindustrie darstellt. Diese droht quasi damit, die Luft mit der Verbrennung von Kohle zu verpesten, sollte sie keine Kunststoffabfälle bekommen.

Wie im Szenario „Recycling“ resultieren die Vorteile des Szenarios „Zementwerke“ aus einer angenommenen Substitution, hier die Substitution „Kunststoffabfälle statt Kohle“. Nimmt man aber Erdgas statt Kohle als Referenzbrennstoff der Zementindustrie an, lautet die Substitution „Kunststoffabfälle statt Erdgas“, und die ökologischen Vorteile des Szenarios „Zementwerke“ schrumpfen beträchtlich.

Dritte umstrittene Annahme

Es wird im Modell angenommen, dass bei wegfallendem KVA-Strom stattdessen Strom mit einem modernen, erdgasbetriebenen GUD-Kraftwerk bereitgestellt wird. Diese Annahme zum Szenario 0 ist für uns nicht nachvollziehbar. Nimmt man Kohle als Referenz für die Zementindustrie, sollte man konsequenterweise Braunkohle als Referenz für die Stromproduktion nehmen. Die Schweiz importiert nachweislich Strom aus Kohlekraftwerken um ihre gelegentlichen Produktionslücken zu decken. Würde man ein Kohlekraftwerk statt eines modernen Erdgas GUD-Kraftwerkes als Vergleichsbasis beziehen, wäre der Gutschrift für die Stromproduktion aus KVA viel grösser und die ökologischen Vorteile der Szenarien 1 und 2 gegenüber dem Szenario 0 (KVA) noch kleiner.

Vierte umstrittene Annahme

In den Szenarien 1 und 2 nimmt die in KVA verbrannte Menge an Kunststoffabfällen ab. In Szenario 1 beträgt die Abnahme 139'000t, in Szenario 2 186'000t gegenüber dem Status quo. Im Bericht wird angenommen, dass diese prognostizierte Abnahme der Auslastung zu einem Abbau der KVA-Kapazität führen wird. Aus der erhofften Reduktion der KVA-Kapazität wird ein wirtschaftlich positiver Effekt erwartet.

Wir stellen fest, dass die oben erwähnten Massenströme im einstelligen Prozentbereich der in KVA verbrannten Gesamtmenge liegen. Die Steuerung der

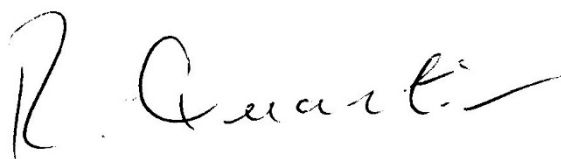
Kunststoffabfälle gemäss Szenario 1 oder 2 wird bloss dazu führen, dass die KVA vorübergehend etwas schlechter ausgelastet sein könnten. Zu einem Kapazitätsabbau und damit zu den erhofften Kosteneinsparungen wird es nicht kommen. Der Hauptgrund dafür ist, dass die Abfallmenge insgesamt weiter steigt. Die Stilllegung von KVA ist einfach nicht an der Tagesordnung.

Würdigung des Berichtes

Der Bericht enthält viele Annahmen, die aber transparent als solche deklariert werden und damit zur konstruktiven Diskussion anregen. Weiter wurde im Rahmen der Erarbeitung dieses Werkes wertvolles Zahlenmaterial zusammengetragen. Wir erachten daher diesen Bericht als eine wertvolle Grundlage, auch wenn wir einige zentrale Annahmen grundsätzlich hinterfragen.

Durch seine lange Entstehungsgeschichte zeigt der Bericht auch, wie schnell sich die wirtschaftliche Situation wenden kann: Während der Redaktion des Berichtes lag der Ölpreis stets über 80\$ und die Preisentwicklung sowohl bei Rohöl wie auch bei Kohle wurde als steigend eingeschätzt. Zwei Jahre später, zur Zeit der Veröffentlichung des Berichtes, hat sich der Ölpreis auf 40\$ halbiert. Die Preise für Kohle und Primärkunststoffe sind ebenfalls eingebrochen, was natürlich einen starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit von Szenarien 1 und 2 hat. Unter günstigen wirtschaftlichen Bedingungen ist Abfall ein gefragter Rohstoff. Wenn aber die Energie- und Rohstoffpreise einbrechen, fehlt die Bereitschaft privater Akteure zur Investition. Diese Marktrisiken wurden im Bericht erkannt, aber der Effekt der Marktschwankungen auf die Entsorgungssicherheit wurde kaum thematisiert. Eine ökologische Entsorgung muss nämlich auch bei sehr tiefen Rohstoff- und Energiepreisen gewährleistet sein, was aus unserer Sicht gegen eine fortschreitende Privatisierung der Abfallentsorgung spricht.

Freundliche Grüsse



Robin Quartier, Geschäftsführer VBSA



Stellungnahme zum Bericht „Verwertung Kunststoffabfälle Schweiz - Module 3 + 4“

Mai 2016

Hintergrund:

Über 80% der Schweizer Kunststoffabfälle werden in Kehrrichtverbrennungsanlagen entsorgt und die Recyclingquote stagniert bei rund 10%. Vor diesem Hintergrund wurde im Jahr 2010 der Runde Tisch "Kunststoffverwertung Schweiz" ins Leben gerufen, um mögliche Lösungsvarianten für eine sinnvolle Kunststoffverwertung zu untersuchen. Eine mehrteilige Studie behandelt die Ausgangsfrage „Wie sollen Stoffströme von Kunststoffabfällen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten einer stofflichen oder energetischen Verwertung zugeführt werden?“ Die beiden ersten Module wurden in den Jahren 2010 und 2011 erstellt. Die Module 3 + 4 aus dem Jahr 2013 liegen heute vor. Modul 5, basierend auf den Modulen 1 bis 4, wurde noch nicht erstellt.

Kunststoffrecycling Schweiz empfiehlt..

- 1. Die bestehenden Module 1 - 4 allein sind aus zeitgemässen Einflüssen und Gründen bestenfalls als notwendige, jedoch nicht als hinreichende Grundlagen für ein zukunftsgerichtetes und sinnvolles Kunststoff-Recycling zu werten. Die Ausgangslage muss neu beurteilt und ein stringenter Schluss für Modul 5 geschaffen werden.**
- 2. Eine umfassende Sammlung von sämtlichen Haushaltskunststoff-Verpackungen, sowie den weiteren Ausbau der Kunststoffsammlung aus Gewerbe und Industrie.**
- 3. Für ein einheitliches und ökoeffizientes Recyclingsystem in der Schweiz soll ein privatwirtschaftlicher Standard mit Mindestanforderungen für selektive Kunststoff-Sammlungen definiert werden.**

Die bestehenden Module 1 - 4 allein sind aus zeitgemässen Einflüssen und Gründen bestenfalls als notwendige, jedoch nicht als hinreichende Grundlagen zu werten

Im Fazit kommt der Bericht zum Schluss, dass **vermehrtes Recycling** von Kunststoffabfällen gegenüber allen möglichen Szenarien eindeutig am besten abschneidet. Kunststoffrecycling Schweiz stimmt dieser Erkenntnis zu. Mittlerweile ist für alle Akteure klar und einleuchtend, dass das Recycling von Kunststoffabfällen in der Schweiz forciert werden muss. Die grosse Frage ist nur WIE? Die Module 1 - 4 aus den Jahren 2010/13 dienen als breitabgestützte Grundlage und zeigen Potenziale, Chancen und Risiken für die Verwertung von Kunststoffabfällen auf. Die Schweizer Entsorgungswirtschaft und der Umgang mit Kunststoffabfällen hat sich jedoch in den vergangenen Jahren wesentlich verändert und weiterentwickelt. Die bestehende Grundlage berücksichtigt diese neuen Gegebenheiten und Bedürfnisse nicht. Für das zu erarbeitende Modul 5 sind deshalb die zeitgemässen Erkenntnisse und Erfahrungen unbedingt miteinzubeziehen. Folgende innere und äussere Einflüsse sind dabei massgebend:

- Recyclingsystem und Grobkonzept „Green Plastics“ von Kunststoffrecycling Schweiz
- Flächendeckende Einführung freiwilliger Sammlungen von Haushaltskunststoffen (selektive Gemischtsammlung) www.sammelsack.ch www.kunststoffsammelsack.ch
- Etliche durchgeführte Untersuchungen und Ökobilanzstudien (Carbotech, Treeze, ZEBA, EMPA, etc.)
- Neue Sammelkonzepte für Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft www.re-log.ch www.resi.ch
- Verleihung des Anerkennungspreises zum Zurich Klimapreis 2014 und des Schweizer Ethikpreises 2015 für die "Zurück-für-die-Zukunft"-Initiative <http://www.prixethique.ch/de/accueil.aspx>



- Erste Umwelt Arena der Welt präsentiert Sammelsack für Kunststoffabfälle aus Haushalten
<http://www.umweltarena.ch/partner/sammelsack-ch>
- Schweizer Bauernverband SBV will bis zum Jahr 2021 70% der Silagefolien in der Schweiz rezyklieren
<http://www.srf.ch/play/tv/tagesschau/video/kontroverse-um-siloballen?id=1dfb66b1-5d97-4fd3-8421-3d8e8123745b>
- Revision TVA
- Rechtsunsicherheit über die Auslegung des Entsorgungsmonopols
- Pendente Revision des USG
- Pendente Abstimmung über die Initiative „Grüne Wirtschaft“
- Energie- und klimapolitische Geschäfte der Schweiz
http://dievolkswirtschaft.ch/content/uploads/2015/05/04b_Energiefahrplan_DE.pdf

Gemeinden und Städte nennen folgende Beweggründe für die Einführung der kommunalen Sammlung von Haushaltkunststoffen:

1. Weil die Akzeptanz der Bevölkerung gross ist und ein bürgerorientiertes und verursachergerechtes Angebot geschaffen wird. Für die Gemeinde ist die kommunale Sammlung von Haushaltkunststoffen kostenneutral.
2. Weil mit dem Recycling von Haushaltkunststoffen ein nachhaltiger und funktionierender Stoffkreislauf geschlossen wird. Dies ist ein wichtiger Schritt in Richtung Energieeffizienz und Ressourcenschonung. Mit aussagekräftige Nachhaltigkeitsleistungen können so zukünftig die Umwelteffekte über die Wertstoffmengen und Recyclingquoten gegenüber dem Status quo ausgewiesen werden. Eine wesentliche Reduktion der Treibhausgasemissionen kann nicht alleine durch die Energiewende gelingen.
3. Bereits eine einfache Kosten-Nutzen-Analyse, dass die stoffliche Verwertung die wirtschaftlichste und ökoeffizienteste Lösung hinsichtlich Umweltentlastung darstellt. Kunststoffabfälle werden heute aus Frankreich, Österreich und Deutschland in grossen Mengen importiert, obwohl dieser Rohstoff in der Schweiz vorhanden ist. Ob im Rahmen von öffentlich-privaten Partnerschaften oder als beauftragter Dienstleister von Gemeinden: Qualität, Effizienz und sichere Arbeitsplätze lassen sich vor allem durch partnerschaftliche Zusammenarbeit steigern. Die Wirkungen einer nachhaltigen Kunststoffproduktion sind enorm - sei es die Schonung natürlicher Ressourcen, die Reduktion teurer Importe sowie die Schaffung neuer Arbeitsplätze.
4. Weil wir Verantwortung übernehmen. Mit neuen Konzepten zur Abfallvermeidung, modernen Recyclingmethoden wie der hochwertigen stofflichen Verwertung und nachhaltigen Produktionsmöglichkeiten wollen wir ein wirtschaftliches Wachstum einerseits und die Entwicklung von der Wegwerf- zur Recyclinggesellschaft andererseits vorantreiben.
5. Weil uns das Recyclingsystem Green Plastics überzeugt hat.

Die bestehenden **Module 1 - 4 allein** sind aus den vorgängig genannten Einflüssen und Gründen bestenfalls als notwendige, jedoch **nicht als hinreichende Grundlagen** für ein zukunftsgerichtetes und sinnvolles Kunststoff-Recycling zu werten. Die Frage „Wie setzt die Schweiz mehr Kunststoff-Recycling um?“ muss darum der neuen Ausgangslage Rechnung tragen.



Sortenreine Separatsammlung bringt keinen echten Mehrwert - im Gegenteil

Die Qualität des Recyclings richtet sich nach der Erfassungsart, dem zu verwertenden Kunststofftyp, der Sortenreinheit, der Sauberkeit und der vorgesehenen Produktanwendung. Bei der stofflichen Verwertung entscheidet das vorgesehene, herzustellende Produkt und seine Wirtschaftlichkeit über den Rohstoff und die anzuwendende Technik. So werden selektiv gemischt gesammelte Kunststoffabfälle aus Haushalten zerkleinert, in mehreren Stufen gereinigt und sortenrein getrennt. Haushaltskunststoffe sind nur kurz im Umlauf und gelten als edle Hightech-Materialien im Recycling.

Grossverteiler sammeln nebst PET-Getränkeflaschen seit kurzem auch Kunststoffflaschen aller Art und führen diese dem Recycling zu. Beide Separatsammlungen suggerieren hohe Sortenreinheit und dass das Sammelgut als reine Fraktion direkt in die stoffliche Verwertung einfließen. Das stimmt so aber bei weitem nicht. Der Detailhandel bekundet einen Fremdanteil von bis zu 40% bei den Kunststoffflaschen. Um den hohen Qualitätsansprüchen der stofflichen Verwertung zu genügen, müssen diese Flaschen aufwendig sortiert, von Störstoffen befreit und gereinigt werden. Auch bereits etablierte Separatsammlungen wie Glas, Dosen, Altkleider oder Altpapier müssen unvermeidlich ihr Sammelgut vor der Verarbeitung sortieren und von Störstoffen befreien - je nach Materialgruppe mit unterschiedlich grossem Aufwand.

Aus dem Bericht: *“Der Runde Tisch empfiehlt einen Richtungsentscheid zu vermehrtem Recycling von Kunststoffabfällen und dabei die **Separatsammelquote** signifikant zu erhöhen.“* Wie ist nun der Begriff „Separatsammlung“ zu genau verstehen? Die Annahme, Separatsammlung bedeutet „sortenreine Wertstoffe“, ohne Fehlwürfe und Störstoffe, ist ein grosser Trugschluss. Separatsammlung heisst lediglich, dass eine sogenannte Stoffgruppe (z.B. Glasflaschen, Metalldosen, Altpapier) separat und prioritär erfasst wird. Die selektive Gemischtsammlung von Kunststoffverpackungen aus Haushalten weist alle Merkmale einer Separatsammlung auf. Selbst die Aufbereitungs- und Verfahrenstechnik ist für beide Sammelsysteme identisch.



Konsumentenfreundliches Sammelsystem schaffen, um Konsumverhalten zu steuern

Modul 3 + 4 beschränkt „vermehrtes Kunststoffrecycling im Haushaltbereich“ auf Kunststoffflaschen und Tragetaschen. Alle anderen wertvollen Verpackungsabfälle sollen weiterhin in die Kehrrichtverbrennung gelangen. Durch diese Einschränkung bliebe riesiges Potential ungenutzt. Die Separatsammlung von Kunststoffflaschen ist heute bereits bei Migros und COOP umgesetzt. Weitere neue Separatsammlungen z.B. PE-Tragetaschen, PET-Schalen/-Becher wäre für die Konsumenten und die ganze Sammellogistik viel zu umständlich und inpraktikabel. Ein transparentes und zukunftsgerichtetes Sammelsystem folgt dem allgemeinen Grundsatz der Schweizer Abfallwirtschaft: "Abfälle vermeiden, vermindern, trennen, verwerten". Im Haushalt soll der Konsument möglichst einfach alle Kunststoffverpackungen zusammentragen und dadurch sein eigenes Konsumverhalten überdenken: "Warum verwende ich Verpackungen nicht mehrmals oder wähle Produkte, bei denen nur wenig Verpackungsmaterial eingesetzt wird?" Mit dem Sammelsack für Kunststoffabfälle trennt der Konsument im Haushalt, also bereits an der Quelle, wo die Verpackungsabfälle entstehen.

Unausgeschöpfte Potenziale nutzen und damit Ökoeffizienz erhöhen

Alle bisherigen Erfahrungen aus dem freiwilligen Sammelsack-System zeigen, dass Konsumenten ein einheitliches und umfassendes Kunststoffsammelsystem wünschen, welches uneingeschränkt funktioniert. Konsumenten sind vielfach gar nicht in der Lage zwischen Hohlkörpern wie Flaschen, Kanistern, Bechern, Schalen und Folien klar zu unterscheiden. Sammelorganisationen, welche sich auf Mono-Kunststoff-Fraktionen wie z.B. reine Flaschensammlungen ausgerichtet haben, weisen nachweislich sehr hohe Fehlwurf- und Störstoffanteile auf. Sämtliche Kunststoffverpackungen wie Hohlkörper, Schalen, Becher und Folien sind geeignet für die stoffliche Verwertung. Mit dem freiwilligen Sammelsack-System muss dafür keine separate Transport- und Sammellogistik aufgebaut werden. Moderne Erfassungs- und Sortieranlagen mit Multisensorsystemen und optimiertem Anlagenlayout ermöglichen heute eine wirtschaftliche Rückgewinnung der hochwertigen Kunststoffqualitäten. Diese sortenreinen Kunststoffe können dann profitabel wieder in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden.

Gemäss verschiedener Ökobilanzen (u.a. von Carbotech) besteht kein Zweifel, dass aus Umwelt- und Ressourcensicht Kunststoffe möglichst vollständig stofflich verwertet werden sollen. Die selektive Gemischtsammlung lohnt sich umso mehr, weil dadurch die absolute Menge an wiederverwertbaren Stoffen massgebend gesteigert wird. Konkrete Hinweise hierzu sind in der Energiebilanz ersichtlich → *siehe Anhang A*. Der Aufwand für die Sammlung, Sortierung, Herstellung von Regranulaten und Neuprodukten wird darin mit etwa 30 MJ/kg angegeben. Dies ist tatsächlich etwa 3mal mehr als die Sammlung für die Kehrrichtensorgung. Weil am Ende jedoch wieder ein Produkt steht, welches neue Produkte mit einem Energieäquivalent von 78 MJ/kg ersetzt, ergibt sich dennoch ein grosses Plus.



Einheimische Unternehmen stärken und Wertschöpfung generieren

Für Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft gibt es bereits Kunststoff-Sammelsysteme, welche auf die jeweiligen Branchen zugeschnitten sind. Obwohl dieser Bereich schon seit Jahren durch private Recyclingunternehmen bearbeitet wird, besteht dennoch grosses Wachstumspotential. Dies zeigt, dass **vermehrtes Kunststoffrecycling auf privatwirtschaftlicher Basis** funktioniert. Investitionen in Anlagen und Prozesse werden von privaten Unternehmen geleistet, welche auch das volle unternehmerische Risiko tragen. Genau darin liegt der Vorteil des freiwilligen Sammelsack-Systems gegenüber einer vorgezogenen Finanzierungslösung: der Markt spielt und volatile Preisschwankungen können besser aufgefangen werden. Dafür sind keine neuen und umfangreichen Organisationsstrukturen nötig. Für ein einheitliches und ökoeffizientes Recyclingsystem in der Schweiz soll jedoch ein **privatwirtschaftlicher Standard mit Mindestanforderungen für selektive Kunststoff-Sammlungen** definiert werden. In einem ausführlichen Schreiben vom 11.Mai 2016 wurde dieses Begehren bereits Herrn Monteil mitgeteilt.

Kunststoffrecycling Schweiz empfiehlt aus den vorgängig genannten Gründen eine umfassende Sammlung von sämtlichen Haushaltskunststoffverpackungen, sowie den weiteren Ausbau der Kunststoffsammlung aus Gewerbe und Industrie.



Anhang A

Energiebilanz von thermischer und stofflicher Verwertung im Vergleich

Die Energiebilanz bildet eine Grundlage für den sparsamen Umgang mit und verdeutlicht den gesamten Aufwand zur Herstellung, zum Betrieb und zur Weiterverwertung von Produkten, sowie für die zur Herstellung und Entsorgung benötigten Energie- und Ressourcenaufwand. Das nachfolgende Beispiel von Polyethylen (LD-PE) zeigt auf, wie sich die Verbrennung bzw. thermische Nutzung in der KVA im Vergleich zur stofflichen Verwertung in der Energiebilanz verhält:

typische Ausgangswerte: Energieinhalt LD-PE 43 MJ/kg
 Energieinhalt Heizöl 36 MJ/kg (10 kWh/Liter)

LD-PE	43 MJ/kg	
Energiebedarf (Ölförderung bis Granulat)	25 MJ/kg	
Verarbeitung bis Endprodukt	10 MJ/kg	
Energieäquivalent für Produkt aus LD-PE	78 MJ/kg	
<hr/>		
Thermische Verwertung		
Input	78 MJ/kg	
Entsorgung und Prozessaufwand	10 MJ/kg	
Energieäquivalent	88 MJ/kg	
Output bei 65% vom Heizwert LD-PE	+28 MJ/kg	vgl. KVA Renergia, Perlen
Ressourcenverlust gegenüber Neuware	-60 MJ/kg	= -1,7 Liter Heizöl pro kg LD-PE
<hr/>		
Stoffliche Verwertung		
Input	78 MJ/kg	
Aufwand für Sammlung bis Regranulat	20 MJ/kg	
Verarbeitung bis Endprodukt	10 MJ/kg	
Energieäquivalent	108 MJ/kg	
Energieäquivalent abzgl. Neuware	30 MJ/kg	
Ressourcengewinn gegenüber Neuware	+48 MJ/kg	= +1,3 Liter Heizöl pro kg LD-PE

Das Fazit

Das werkstoffliche Recycling ist die höchste Verwertungsart und ermöglicht die bestmögliche Ausbeute an Erhalt von gebundener Energie (Graue Energie) und Material zugleich. Die Verbrennung in einer KVA resp. die thermische Nutzung selbst mit hohem Energienutzungsgrad stellt eine endgültige Materialvernichtung dar und kommt in der Energiebilanz eindeutig schlechter weg (Ressourcenverlust von 1,7 Liter Heizöl pro kg Kunststoff). Trotzdem ist und bleibt die thermische Nutzung in modernen KVAs integraler Bestandteil einer umweltgerechten Entsorgung im Sinne einer Endentsorgung.