

TEXTE 65/2016

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 3712 33 340
UBA-FB 002343

Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen – mit Schwerpunkt Sekundärkunststoffe

von

Henning Wilts, Nadja von Gries
Wuppertal Institut, Wuppertal

Iswing Dehne, Rüdiger Oetjen-Dehne, Nadine Buschow
Oetjen-Dehne & Partner Umwelt- und Energieconsult GmbH, Berlin

Prof. Dr. Dr. Joachim Sanden, Lüneburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
Döppersberg 19,
42112 Wuppertal

Abschlussdatum:

August 2014

Redaktion:

Fachgebiet III 1.6
Dr. Franziska Krüger

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, September 2016

Das diesem Bericht zu Grunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit unter der Forschungskennzahl 3712 33 340 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Während die bei der Erzeugung und Verarbeitung anfallenden Kunststoffabfälle aufgrund der hohen Sortenreinheit in hohem Maße in den Produktionsprozess zurückgeführt werden, werden die nach dem Produktgebrauch anfallenden Kunststoffabfälle in deutlich geringerem Umfang einer werkstofflichen Verwertung zugeführt. Stattdessen dominiert in der Bundesrepublik Deutschland noch immer die energetische Verwertung von Kunststoffabfällen.

Kunststoffe sind Chemiewerkstoffe, die für den konkreten Einsatzzweck durch ein breites Spektrum an Zusatzstoffen und Additiven speziell ausgerüstet werden. Diese Zusätze können die Recyclingfähigkeit generell oder für bestimmte, sensible Einsatzzwecke (z. B. Einsatz von Rezyklaten in der Lebensmittelverpackung) einschränken. Daneben gibt es weitere Faktoren in der Gestaltung von Kunststoffprodukten, die das Recycling beeinflussen, so z. B. die zunehmende Verwendung von Verbunden. Angefangen von der Schwierigkeit, aus gemischt gesammelten und vielfältig bei der Produktion modifizierten Kunststoffen möglichst sortenreine Rezyklate herzustellen bis hin zur Wirtschaftlichkeit und Konkurrenzsituation gibt es deshalb viele objektive und subjektive Hemmnisse gegenüber einer Steigerung der werkstofflichen Verwertung.

Ziel des Projektes zur "Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen mit Schwerpunkt Sekundärkunststoffe" ist es deshalb, für die nach dem Gebrauch im Gewerbe und bei Haushalten anfallenden Kunststoffabfälle und ggf. weitere Wertstoffe die Frage zu beantworten, ob und unter welchen Randbedingungen diese dem Restabfall oder derzeit energetisch genutzten Fraktionen entzogen und so die werkstoffliche Verwertung gesteigert werden kann. Das Projekt entwickelt einen integrierten Policymix, der sowohl beim Angebot, der Nachfrage als auch den Marktbedingungen für den Einsatz von Sekundärkunststoffen ansetzt.

Abstract

While waste plastics that result from the production and processing are recycled to a large degree in the production process due to their high purity, waste plastics generated after the product use are fed to a much lesser extent into a material recycling. Instead, in Germany the energy recovery of waste plastics is still dominating.

Plastics are chemical materials which are specially equipped by a wide range of ingredients and additives according to their specific final use. These additives can restrict recyclability in general or for specific sensitive applications (e.g. the use of recycled materials in food packaging). Other drivers in the development of plastic products have an impact on the recycling, such as the application of plastic composites. Factors like the difficulty of producing homogenous recyclates from mixed plastics and plastics modified during production, as well as the aspect of economic efficiency and competition in treatment technologies lead to many different barriers against an increase in the mechanical recycling.

Therefore the project "Development of instruments and policy measures to increase the use of secondary resources" aims to analyse how the use of recycled materials with a focus on waste plastics (and possibly other secondary raw materials) can be increased and whether and under which conditions these materials can be diverted from residual waste or energy recovery in order to increase material recycling. The project develops an integrated policy mix that addresses supply, demand and market conditions for the use of secondary plastics.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	14
Tabellenverzeichnis.....	19
Abkürzungsverzeichnis.....	22
Zusammenfassung	27
Summary	41
1 Ziel des Forschungsvorhabens	56
2 Methodik.....	57
3 Untersuchungsgegenstand	59
3.1 Anfallstellen.....	59
3.2 Kunststoffsorten.....	59
3.3 Faserverbundkunststoffe	61
3.4 Weitere Wertstoffe.....	64
4 Ist-Analyse zur werkstofflichen Verwertung von Sekundärrohstoffen	69
4.1 Aufkommen der in Deutschland anfallenden Kunststoffabfälle.....	69
4.2 Entsorgungswege der Kunststoffabfälle	71
4.2.1 Werkstoffliche Verwertung von Kunststoffverpackungen	73
4.2.2 Werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen aus Altfahrzeugen	74
4.2.3 Werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen aus Elektroaltgeräten	74
4.2.4 Werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen aus dem Baubereich	75
4.3 Modell für die Berechnung der Entsorgungswege der untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten	76
4.4 Entsorgungswege der untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten	85
4.5 Rezyklatausbeute	87
4.6 Absatzmärkte und Vertriebswege für Kunststoffrezyklate	88
5 Stand der Aufbereitung kunststoffhaltiger Produktabfälle.....	91
5.1 Trockene Sortierung von Kunststoffabfällen aus Verpackungen und stoffgleichen Nichtverpackungen.....	92
5.2 Trockene Sortierung von Kunststoffabfällen aus gemischten Gewerbe- und Bauabfällen sowie aus Sperrmüll.....	95
5.3 Aufbereitung von Altfahrzeugen und Elektro-/Elektronikaltgeräten	98
6 Stand der werkstofflichen Aufbereitungstechnik	103
6.1 Mechanische Aufbereitung zu Kunststoffrezyklaten	105
6.2 Lösemittelverfahren.....	106

7	Verfahren zur rohstofflichen Verwertung von Sekundärrohstoffen	108
7.1	Energetische Verfahren	108
7.2	Solvolytische Verfahren	110
7.3	Verwertung im Hochofen (Reduktionsverfahren)	111
7.4	Einsatz rohstofflicher Verwertungsverfahren auf internationaler Ebene (Beispiele)	111
8	Steigerungspotenziale für die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen	113
8.1	Einflüsse auf die Menge anfallender Kunststoffabfälle	113
8.2	Einflüsse auf die Rezyklatmenge	115
8.3	Potenziale für die werkstoffliche Verwertung je Anfallstelle	119
8.3.1	Anfallstelle Haushalte	119
8.3.2	Anfallstelle Gewerbe	121
8.3.3	Anfallstelle Bau	123
8.3.4	Anfallstelle Elektro-/Elektronikbereich	124
8.3.5	Anfallstelle Altfahrzeuge	125
8.4	Zusammenfassende Betrachtung möglicher Steigerungspotenziale	128
9	Identifizierung, Systematisierung und Diskussion von Hemmnissen für eine werkstoffliche Verwertung	130
9.1	Vorgehen und Datenbasis	130
9.1.1	Ergebnisse der Literaturanalyse	130
9.1.2	Ergebnisse der Fragebogenaktion	131
9.1.3	Experteninterviews	133
9.2	Ökonomische Hemmnisse	134
9.2.1	Preisliche Konkurrenz zur energetischen Verwertung	134
9.2.1.1	Wirkungsweise des Hemmnisses	134
9.2.1.2	Empirische Relevanz des Hemmnisses	139
9.2.2	Kleinteilige Marktstrukturen in der Recyclingwirtschaft (u.a. Analytikkosten, Vertragsdauer)	143
9.2.2.1	Wirkungsweise des Hemmnisses	143
9.2.2.2	Empirische Relevanz des Hemmnisses	145
9.2.3	Preisvolatilität	146
9.2.3.1	Wirkungsweise des Hemmnisses	146
9.2.3.2	Empirische Relevanz des Hemmnisses	147
9.2.4	Export von Kunststoffabfällen	152
9.2.4.1	Wirkungsweise des Hemmnisses	152
9.2.4.2	Empirische Relevanz des Hemmnisses	152

9.3	Informatorische Hemmnisse.....	154
9.3.1	Zuschlagstoffe und Komplexität von Stoffverbünden bei Kunststoffprodukten	155
9.3.1.1	Recyclingunfreundliches Produktdesign	155
9.3.1.2	Zunehmende Verwendung komplexer Zuschlagstoffe	156
9.3.2	Unsicherheiten über die Zusammensetzung von Kunststoffabfällen	157
9.3.2.1	Wirkungsweise des Hemmnis	157
9.3.2.2	Kriterien zum Ende der Abfalleigenschaft	162
9.3.2.3	Empirische Relevanz des Hemmnisses	164
9.3.3	„Overengineering“	165
9.3.3.1	Empirische Relevanz des Hemmnisses	165
9.3.4	„Imageproblem“ Sekundärkunststoff.....	166
9.3.4.1	Wirkungsweise des Hemmnisses	166
9.3.4.2	Empirische Relevanz des Hemmnisses	167
9.4	Rechtliche und institutionelle Hindernisse	167
9.4.1	Einleitung	167
9.4.2	Anfall von Kunststoffabfällen (Abgabeverbote, Getrennthaltung, Sammlung).....	167
9.4.2.1	Abgabeverbote	167
9.4.2.2	Getrennthaltung	169
9.4.2.3	Sammlung	176
9.4.3	Behandlung mit dem Ziel der Verwertung	179
9.4.3.1	Grundlagen des Kunststoffrecyclings	179
9.4.3.2	Internationale Regelungen zum Kunststoffrecycling	182
9.4.3.3	Grundlagen der Verwertungs- und Recyclingquoten	183
9.4.3.4	Verwertungsquote der Verpackungsverordnung	184
9.4.3.5	Sonstige Quoten	186
9.4.3.6	Stromsteuerbegünstigung und EEG-Ausgleichsregelung	187
9.4.3.7	Ergebnis zur Behandlung	188
9.4.4	Qualitative Anforderungen an die Verwertung	189
9.4.5	Import und Export.....	189
9.4.5.1	Import	190
9.4.5.2	Export	190
9.4.6	Anforderungen der REACH-Verordnung.....	192
9.4.7	Neue Produkte mit Rezyklateinsatz	195

9.4.7.1	Vermehrter Einsatz von Kunststoffrezyklaten	197
9.4.7.2	Haftungsrisiken	199
9.4.8	Sonstige rechtliche Hindernisse	202
9.4.9	Analyse der institutionellen Hindernisse	203
9.4.10	Ergebnis zu rechtlichen und institutionellen Hindernissen.....	204
9.5	Schlussfolgerungen zur Gewichtung der einzelnen Hemmnisse	205
10	Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen	208
10.1	Zielstellung und Vorgehen	208
10.2	Vorarbeiten im In- und Ausland.....	209
10.2.1	Zentrale Studien und in ihnen entwickelte Instrumentenvorschläge	209
10.2.2	Zwischenfazit.....	214
10.3	Identifikation potenziell geeigneter Instrumente.....	215
10.3.1	Instrument 1: Kunststoffspezifische Quote für bestimmte Produkte / Abfallströme	215
10.3.1.1	Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte	215
10.3.1.2	Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen	216
10.3.1.3	Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung	216
10.3.1.4	Rechtliche Vorgaben	220
10.3.1.5	Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung	220
10.3.1.6	Abschließende Bewertung	221
10.3.2	Instrument 2: Steuer/ Abgabe auf die Verbrennung von Kunststoffabfällen.....	222
10.3.2.1	Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte	222
10.3.2.2	Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen	223
10.3.2.3	Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung	224
10.3.2.4	Rechtliche Vorgaben	224
10.3.2.5	Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung	237
10.3.2.6	Abschließende Bewertung	238
10.3.3	Instrument 3: Mindestrezyklatquoten für Kunststoffe	240
10.3.3.1	Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte	240
10.3.3.2	Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen	241
10.3.3.3	Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung	241
10.3.3.4	Rechtliche Vorgaben	244

10.3.3.5	Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung	245
10.3.3.6	Abschließende Bewertung	245
10.3.4	Instrument 4: Pfandsysteme für kunststoffhaltige Produkte	246
10.3.4.1	Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte	246
10.3.4.2	Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen	247
10.3.4.3	Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung	248
10.3.4.4	Rechtliche Vorgaben	251
10.3.4.5	Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung	252
10.3.4.6	Abschließende Bewertung	254
10.3.5	Instrument 5: Imagekampagne „Kunststoff einen Wert geben“	255
10.3.5.1	Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte	255
10.3.5.2	Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen	255
10.3.5.3	Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung	256
10.3.5.4	Rechtliche Vorgaben	258
10.3.5.5	Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung	258
10.3.5.6	Abschließende Bewertung	259
10.3.6	Instrument 6: Vorbehandlungspflicht für gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle	260
10.3.6.1	Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte	260
10.3.6.2	Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen	262
10.3.6.3	Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung	262
10.3.6.4	Rechtliche Vorgaben	264
10.3.6.5	Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung	265
10.3.6.6	Abschließende Bewertung	265
10.3.7	Instrument 7: Vorgaben zur separaten Erfassung kunststoffhaltiger Produkte	266
10.3.7.1	Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte	266
10.3.7.2	Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung und rechtliche Bewertung	267
10.3.7.3	Abschließende Bewertung	268
10.3.8	Instrument 8: Reduzierte Mehrwertsteuersätze für Produkte mit Rezyklatanteil	269
10.3.8.1	Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte	269

10.3.8.2	Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen	269
10.3.8.3	Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung	270
10.3.8.4	Rechtliche Vorgaben	270
10.3.8.5	Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung	270
10.3.8.6	Abschließende Bewertung	271
10.3.9	Instrument 9: Weiterentwicklung von Umwelt-Labeln zum Einsatz von Rezyklaten als „Unterstützung informierter Kaufentscheidungen der Verbraucher“	272
10.3.9.1	Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte	272
10.3.9.2	Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen	273
10.3.9.3	Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung	274
10.3.9.4	Rechtliche Vorgaben	275
10.3.9.5	Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung	276
10.3.9.6	Abschließende Bewertung	276
10.3.10	Instrument 10: Vorgaben für die öffentliche Beschaffung mit Blick auf Rezyklatanteile	277
10.3.10.1	Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte	277
10.3.10.2	Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen	278
10.3.10.3	Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung	278
10.3.10.4	Rechtliche Vorgaben	280
10.3.10.5	Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung	283
10.3.10.6	Abschließende Bewertung	284
10.3.11	Instrument 11: Verbesserung der Recyclingfähigkeit.....	284
10.3.11.1	Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte	284
10.3.11.2	Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen	286
10.3.11.3	Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung	287
10.3.11.4	Rechtliche Vorgaben	288
10.3.11.5	Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung	288
10.3.11.6	Abschließende Bewertung	288
10.3.12	Instrument 12: Fonds zur Förderung werkstofflichen Kunststoffrecyclings	289
10.3.12.1	Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte	289
10.3.12.2	Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen	290
10.3.12.3	Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung	290

10.3.12.4	Rechtliche Vorgaben	290
10.3.12.5	Abschließende Bewertung	292
10.3.13	Zwischenfazit Instrumentenbewertung.....	292
10.4	Übertragbarkeit der ausgewählten Instrumente auf andere Sekundärrohstoffe	294
10.4.1	Stoffspezifische Zielvorgaben für das Recycling.....	294
10.4.2	Weiterentwicklung bestehender Pfandsysteme	294
10.4.3	Vorbehandlungspflicht für Gewerbeabfälle.....	295
10.4.4	Steuer/ Abgabe auf die Verbrennung von Abfällen	295
10.4.5	Mindestrezyklatquoten	295
10.4.6	Weiterentwicklung von Umwelt-Labeln zum Einsatz von Rezyklaten als „Unterstützung informierter Kaufentscheidungen der Verbraucher“	295
10.4.7	Vorgaben für öffentliche Beschaffung mit Blick auf Produkte mit Rezyklatanteilen	295
10.4.8	Vorgaben zur separaten Erfassung.....	295
10.4.9	Ansätze zur Verbesserung der Recyclingfähigkeit von Kunststoffprodukten, u.a. auf Grundlage der Ökodesign-Richtlinie	296
10.4.10	Imagekampagne für Metalle analog zu „Kunststoff einen Wert geben"	296
10.4.11	Reduzierter MwSt-Satz für Produkte mit Rezyklatanteilen	296
10.4.12	Fonds zur Förderung werkstofflichen Recyclings	296
10.5	Entwicklung eines Policy-Mix.....	296
10.5.1	Adressierung der relevanten Einsatzbereiche, Anfallstellen und Kunststoffsorten	297
10.5.2	Bündelung zu Kernstrategien	300
10.5.3	Timing der Einzelinstrumente	303
10.5.4	Schlussfolgerungen.....	304
11	Quellenverzeichnis.....	306
Anhang		328

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Input und Output der werkstofflichen Verwertung	29
Abbildung 2:	Verbleib der erzeugten Kunststoffrezyklate und Zusammensetzung je Branche.....	30
Abbildung 3:	Das Abfallaufkommen beeinflussende Faktoren	31
Abbildung 4:	Potenziale für die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen ausgewählter Anfallstellen	32
Abbildung 5:	Kernstrategien zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen	39
Figure 6:	Input and output of mechanical recycling	43
Figure 7:	Whereabouts of the produced plastics recyclates and composition per sector	44
Figure 8:	Factors influencing Waste Generation	45
Figure 9:	Growth potentials for mechanical recycling of plastics for selected points of origin	46
Figure 10:	Core strategies towards increasing the use of secondary raw materials	54
Abbildung 11:	Kunststoffverarbeitung der untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten nach Branchen im Jahr 2011, Angaben in kt...	61
Abbildung 12:	Einsatzbereiche für faserverstärkte Kunststoffe.....	62
Abbildung 13:	Entwicklung der in Europa produzierten GFK-Mengen und weltweit produzierten CFK-Mengen.....	63
Abbildung 14:	Produktionsmengen unterschiedlicher Einsatzbereiche in Europa im Jahr 2010	64
Abbildung 15:	Absatzmärkte für Aluminiumprodukte in Deutschland 2011	66
Abbildung 16:	Altschrottanteil im Verhältnis zur recycelten Gesamtschrottmenge einer NE-Metallsorte	67
Abbildung 17:	Kunststoffverarbeitung, -verbrauch und -abfall in Deutschland im Jahr 2011	70
Abbildung 18:	Entsorgung der in Deutschland angefallenen Produktabfälle im Jahr 2011	73
Abbildung 19:	Modell zur Ermittlung der Entsorgungswege für die untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten.....	76
Abbildung 20:	Schritt 1: Ermittlung der Entsorgungswege für Produktabfall am Beispiel der Kunststoffsorte PE-LD.....	77
Abbildung 21:	Schritt 2: zugrunde liegende Verteilung der Entsorgungswege je Einsatzfeld	78
Abbildung 22:	Schritt 3: Ermittlung der Entsorgungswege am Beispiel der Kunststoffsorte PE-LD	79

Abbildung 23:	Verarbeitungsmengen und Aufteilung der in Deutschland behandelten Produktabfälle PE-LD und PE-HD auf die Entsorgungswege im Jahr 2011	81
Abbildung 24:	Verarbeitungsmengen und Aufteilung der in Deutschland behandelten Produktabfälle PP und PVC auf die Entsorgungswege im Jahr 2011	82
Abbildung 25:	Verarbeitungsmengen und Aufteilung der in Deutschland behandelten Produktabfälle PS und PS-E auf die Entsorgungswege im Jahr 2011	83
Abbildung 26:	Verarbeitungsmengen und Aufteilung der in Deutschland behandelten Produktabfälle ABS, ASA, SAN und PA auf die Entsorgungswege im Jahr 2011	84
Abbildung 27:	Kunststoffsorten im Input der befragten Altkunststoffverwertungsbetriebe für das Jahr 2011	85
Abbildung 28:	Herkunft und Zusammensetzung der Kunststoffabfälle im Input der befragten Altkunststoffverwertungsbetriebe für das Jahr 2011	86
Abbildung 29:	Input und Output der werkstofflichen Verwertung	87
Abbildung 30:	Verbleib der erzeugten Kunststoffrezyklate und Zusammensetzung je Branche	90
Abbildung 31:	Anfallstellen von Kunststoffabfällen und Aufbereitungsschritte zur Verwertung (vereinfacht)	91
Abbildung 32:	Prinzipieller Verfahrensaufbau von Sortieranlagen	92
Abbildung 33:	Folien	93
Abbildung 34:	Mischkunststoffe	93
Abbildung 35:	Vereinfachtes Blockfließbild einer LVP-Sortieranlage, Stand der Technik	94
Abbildung 36:	Verbleib der Kunststoffe im Output einer LVP-Sortieranlage	95
Abbildung 37:	Blockfließbild einer komplexen Gewerbeabfallsortieranlage, Stand der Technik	96
Abbildung 38:	Kunststoffformteile aus der Gewerbeabfallsortierung	97
Abbildung 39:	Verbleib der Kunststoffe im Output einer Gewerbeabfallsortieranlage	97
Abbildung 40:	Stoffströme aus der Aufbereitung der Schredderleichtfraktion	100
Abbildung 41:	Kunststofffraktion aus der Elektro/Elektronik-Aufbereitung	101
Abbildung 42:	Behandlungskapazitäten in zertifizierten Letzttempfängeranlagen für gebrauchte Verkaufsverpackungen (kein Anspruch auf Vollständigkeit)	104
Abbildung 43:	Verfahren zur werkstofflichen Verwertung von Sekundärkunststoffen	105

Abbildung 44:	Aufbereitungstechnik der angewendeten Aufbereitungsverfahren	106
Abbildung 45:	Verfahren zur rohstofflichen Verwertung von Sekundärkunststoffen	108
Abbildung 46:	Das Abfallaufkommen beeinflussende Faktoren	113
Abbildung 47:	Import- und Exportüberschüsse nach Einsatzbereichen in Deutschland für das Jahr 2011	114
Abbildung 48:	Gegenüberstellung der verarbeiteten, verbrauchten und als Produktabfall angefallenen Kunststoffmengen je Einsatzfeld, 2011	114
Abbildung 49:	Gegenüberstellung der verarbeiteten und als Produktabfall angefallenen Kunststoffmenge je Kunststoffsorte, 2011	115
Abbildung 50:	Die Rezyklatmenge beeinflussende Faktoren.....	116
Abbildung 51:	Import und Export von Kunststoffabfällen, Deutschland 2011.	116
Abbildung 52:	Exportmengen deutscher Kunststoffabfälle 2011	117
Abbildung 53:	Wertschöpfung bei der Sortierung gemischter Gewerbeabfälle.....	118
Abbildung 54:	Mittlere Kunststoffzusammensetzung von Elektroaltgeräten (links) und Verträglichkeit verschiedener Kunststoffsorten (rechts)	119
Abbildung 55:	Auswirkungen der flächendeckenden Einführung von Wertstofftonnen auf die Erfassungsmenge	120
Abbildung 56:	Aufkommen und Verbleib der in gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen enthaltenen Kunststoffe für das Jahr 2011.	122
Abbildung 57:	Steigerungspotenziale für das Recycling von Kunststoffen aus gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen für das Jahr 2011	123
Abbildung 58:	Kunststoffanteile nach Produktgruppen.....	124
Abbildung 59:	Anteile verschiedener Kunststoffsorten in TV-Monitoren, in Massenprozent	125
Abbildung 60:	Entwicklung des Einsatzes einzelner Kunststoffsorten in Fahrzeugen, 2001-2011	126
Abbildung 61:	Verbleib der endgültig in Deutschland stillgelegten Fahrzeuge im Jahr 2011	127
Abbildung 62:	Potenziale für die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen ausgewählter Anfallstellen	129
Abbildung 63:	Müllverbrennungskapazitäten pro Kopf in der EU 28.....	137
Abbildung 64:	Entwicklung von Verbrennungskapazitäten und Abfallaufkommen zur Verbrennung/ energetischen Verwertung in Deutschland bis 2020 (Angaben in t).....	138
Abbildung 65:	Preise und Entgelte in MVA in Deutschland, Nov./ Dez 2012...	141

Abbildung 66:	Input- und Outputzusammensetzung einer Gewerbeabfallsortierung	142
Abbildung 67:	Bilanzvergleich verschiedener Sortierkonzepte von LVP zur Fraktionierung von Kunststoffen.....	143
Abbildung 68:	Abschätzung der spezifischen Herstellungskosten für eine zusätzliche Wertstoffsorte im Rahmen der LVP-Sortierung in Abhängigkeit des Anteils des Eingangsmaterials und der Baugröße der Sortieranlage	146
Abbildung 69:	Stilisierte Preisbildungsprozesse auf Primär- und Sekundärmärkten für Kunststoffe.....	147
Abbildung 70:	Abschätzung der Rentabilität der Vorsortierung von Kunststoffabfällen in Deutschland (1996-1998)	148
Abbildung 71:	Preisentwicklung ABS, 6/2004 - 4/2013, in EUR/t	149
Abbildung 72:	Preisentwicklung PS-HI, 6/2004 - 4/2013, in EUR/t	149
Abbildung 73:	Preisentwicklung PE-HD, 6/2004 - 4/2013, in EUR/t	150
Abbildung 74:	Preisentwicklung PE-LD, 6/2004 - 4/2013, in EUR/t.....	150
Abbildung 75:	Import und Export von Kunststoffabfällen, Deutschland 2011.	153
Abbildung 76:	Exportmengen deutscher Kunststoffabfälle 2011	154
Abbildung 77:	Verträglichkeit verschiedener Kunststoffsorten	156
Abbildung 78:	Verhältnis REACH und AbfRRL.....	193
Abbildung 79:	Durchschnittliche Verbrennungsgebühren und Anteil des recycelten/kompostierten Siedlungsabfall.....	238
Abbildung 80:	Konsultationen zum Grünbuch Kunststoffabfälle - Antworten für/wider eine Verbrennungssteuer	239
Abbildung 81:	Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffabfällen in Deutschland 2011	240
Abbildung 82:	Kunststoffanwendungen im Bereich Bau, Deutschland 2011 ..	242
Abbildung 83:	Einflussfaktoren auf das Kunststoffabfallaufkommen in ausgewählten Sektoren in Deutschland 2011.....	243
Abbildung 84:	Kriterien für die Festlegung der Pfandhöhe mit ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten	249
Abbildung 85:	Konsultationen zum Grünbuch Kunststoffabfälle - Informationsbedürfnisse von Konsumenten zu kunststoffhaltigen Produkten.....	256
Abbildung 86:	Der 4E-Ansatz zur Veränderung individueller Verhaltensmuster.....	258
Abbildung 87:	Imagekampagnen und ihre Einbindung in einen Gesamtprozess zur verbesserten Inanspruchnahme von Sekundärkunststoffen	260
Abbildung 88:	Verwertungswege für Gewerbeabfälle.....	261

Abbildung 89:	Auswahl Ökolabels.....	272
Abbildung 90:	Dokumentationspflicht zum Nachweis von Kunststoffrezyklat	274
Abbildung 91:	Kampagne der Bundesregierung über das Thema Recyclingpapier	279
Abbildung 92:	Unverträglichkeiten beim Recycling kunststoffhaltiger Produkte	285
Abbildung 93:	Kernstrategien zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen	303
Abbildung 94:	Mögliche Zeitschiene für die Umsetzung der Einzelinstrumente	304

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Entsorgungswege der betrachteten Kunststoffsorten für das Jahr 2011 (Bruttomengen)	28
Tabelle 2:	Ergebnisse der Fragebogenaktion	33
Tabelle 3:	Vergleichende Gesamtab schätzung zur Mengen-Relevanz der Hemmnisse.....	34
Tabelle 4:	Gesamtüberblick über die 12 Instrumente	37
Table 5:	Disposal methods of the considered plastic types for the year 2011	42
Table 6:	Results of the questionnaire survey	47
Table 7:	Comparative overall evaluation concerning the relevance of quantity of the obstacles	50
Table 8:	Final evaluation of the investigated instruments.....	52
Tabelle 9:	Anwendungsbeispiele und Haupteinsatzzwecke der zu untersuchenden Kunststoffsorten	59
Tabelle 10:	Gegenüberstellung verschiedener NE-Metalle unter Berücksichtigung der Recyclingquote, der Recyclingfähigkeit und des kumulierten Energieaufwandes im Hinblick auf Potenziale zur Steigerung des Recyclings	65
Tabelle 11:	Anwendungsbeispiele und Einsatzbereiche ressourcenrelevanter NE-Metalle.....	68
Tabelle 12:	Kunststoffsorten - Verarbeitungsmenge und Produktabfallaufkommen im Jahr 2011	70
Tabelle 13:	Entsorgung der in Deutschland angefallenen Kunststoffabfälle aus dem Bereich der Produktabfälle im Jahr 2011	72
Tabelle 14:	Korrektur der Verteilung der Entsorgungswege für Verpackungsabfälle	78
Tabelle 15:	Entsorgungswege der betrachteten Kunststoffsorten für das Jahr 2011	80
Tabelle 16:	Einsatzbereiche für Regranulate aus Sekundärkunststoffen (Herkunft: Verpackungen)	89
Tabelle 17:	Beispiel für die Reinheit der Kunststofffraktionen nach einer Erst-Sortierung	103
Tabelle 18:	Kunststoffsorten und ihre Verwendung in Fahrzeugen.....	125
Tabelle 19:	Entwicklung des Materialeinsatzes im Fahrzeugbau, 2002-2012	127
Tabelle 20:	Mengenrelevante Produktgruppen und Kunststoffsorten für eine Steigerung der Sekundärrohstoffmenge	128
Tabelle 21:	Ergebnisse der Fragebogenaktion	132

Tabelle 22:	Weitere Ergebnisse der Expertenbefragung	132
Tabelle 23:	Energetische Verwertung der im Jahr 2011 in Deutschland behandelten angefallenen Kunststoffproduktabfälle	139
Tabelle 24:	Kosten im Bereich Verpackungsabfälle vor und nach Marktliberalisierung.....	144
Tabelle 25:	Preisvolatilität für PC natur in Euro/Tonne.....	151
Tabelle 26:	Preisvolatilität für PP-H schwarz.....	151
Tabelle 27:	Preisvolatilität für PE-LD Folien natur	151
Tabelle 28:	Beispielhafte Zuschlagstoffe und ihr Anteil am Gesamtkunststoffgewicht, 2011.....	156
Tabelle 29:	Gängige, auf Rezyklate angewandte Normen in der EU	159
Tabelle 30:	Qualitätsparameter der EN ISO 15347 Norm.....	160
Tabelle 31:	Getrennthaltungspflicht je nach Abfallfraktionen nach der GewAbfV.....	172
Tabelle 32:	Materialfraktionen der Bau- und Abbruchabfälle (§ 8 GewAbfV)	173
Tabelle 33:	Vergleichende Gesamtabschätzung zur Mengen-Relevanz der Hemmnisse.....	206
Tabelle 34:	Instrumente zur Stärkung von Recyclingmärkten	212
Tabelle 35:	Kunststoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.....	218
Tabelle 36:	Abschließende Bewertung Instrument 1.....	222
Tabelle 37:	Externalisierte Kosten der Müllverbrennung in den Niederlanden 2004 in EURO pro Tonne	223
Tabelle 38:	Abschließende Bewertung Instrument 2.....	240
Tabelle 39:	Abschließende Bewertung Instrument 3.....	246
Tabelle 40:	Einfluss unterschiedlicher Erfassungswege/Behandlungstechniken auf die Ausbeute von PET-Flakes	253
Tabelle 41:	Abschließende Bewertung Instrument 4.....	254
Tabelle 42:	Abschließende Bewertung Instrument 5.....	260
Tabelle 43:	Abschließende Bewertung Instrument 6.....	266
Tabelle 44:	Abschließende Bewertung Instrument 7.....	269
Tabelle 45:	Abschließende Bewertung Instrument 8.....	272
Tabelle 46:	Abschließende Bewertung Instrument 9.....	277
Tabelle 47:	Rechenbeispiel zur Bestimmung wertbasierter Sekundärrohstoffanteile.....	280
Tabelle 48:	Abschließende Bewertung Instrument 10.....	284
Tabelle 49:	Design-Richtlinien für farbige PET-Flaschen.....	286

Tabelle 50:	Kriterien- und Bewertungskatalog zur Prüfung der Recyclingfähigkeit.....	287
Tabelle 51:	Abschließende Bewertung Instrument 11.....	289
Tabelle 52:	Abschließende Bewertung Instrument 12.....	292
Tabelle 53:	Gesamtüberblick über die 12 Instrumente.....	292
Tabelle 54:	Abdeckung relevanter Einsatzbereiche für Rezyklate durch die Maßnahmen und Instrumente	297
Tabelle 55:	Abdeckung konkreter Anfallstellen durch die Maßnahmen und Instrumente	299
Tabelle 56:	Abdeckung von Kunststoffsorten durch die Maßnahmen und Instrumente	300
Tabelle 57:	Zuordnung der Einzelinstrumente zu den Kernstrategien.....	302

Abkürzungsverzeichnis

AbfG	Abfallgesetz
AbfG	Abfallgesetz
AbfRRL	Abfallrahmenrichtlinie
Abl.	Amtsblatt
Abl. EG	Amtsblatt der EG
ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol
AEUV	Konsolidierte Fassung des Vertrags über die Arbeitsweise der EU
AltfahrzeugV	Altfahrzeugverordnung
AP	Arbeitspaket
ASA	Acrylester-Styrol-Acrylnitril
BAnz	Bundesanzeiger
BAT	Best Available Technique
BattG	Batteriegesetz
Bd.	Band
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BR-Drs.	Bundesratsdrucksache
BT-Drs.	Bundestagsdrucksache
BVerfG	Bundesverfassungsgericht
BVerfGE	Entscheidungen des Bundesverfassungsgerichts (amtliche Sammlung)
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
BVerwGE	Entscheidungen des Bundesverwaltungsgerichts (amtliche Sammlung)
CEN	Europäisches Komitee für Normung
CFK	Carbonfaserverstärkter Kunststoff
ChemG	Chemikaliengesetz
DepV	Deponieverordnung
DG Env.	Generaldirektion Umwelt
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
DVBL	Deutsches Verwaltungsblatt
ECHA	Europäische Chemikalienagentur
Ed.	Editor
EEA	Europäische Umweltagentur
EG	Europäische Gemeinschaft(en)

EGV	EG-Vertrag
EL	Ergänzungslieferung
ElektroG	Elektro- und Elektronikgerätegesetz
EMAS	Eco Management and Audit-Scheme
EN	Europäische Norm
EPA	Environmental Protection Agency
ErsatzbaustoffV-E	Ersatzbaustoffverordnung (Entwurf)
EuG	Europäisches Gericht Erster Instanz
EuGH	Europäischer Gerichtshof
EUR	Euro(s)
EuRUP	Zeitschrift für Europäisches Umwelt- und Planungsrecht
EUV	EU-Vertrag
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GewAbfV	Gewerbeabfallverordnung
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
GG	Grundgesetz
GVBl.	Gesetz- und Verordnungsblatt
HDP	hochdichtes Polyethylen
Herv. d. d. Verf.	Hervorhebung durch die Verfasser
HIPS	High impact polystyrene (schlagzähes Polystyrol)
i.S.d.	im Sinne des
i.V.m.	in Verbindung mit
IPP	Integrierte Produktpolitik
ISO	International Standardisation Organisation
KMU	Kleinere und mittlere Unternehmen
KOM	Kommission
KrW-/AbfG	Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
LAGA	Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
Lsbl.	Loseblattsammlung
LVP	Leichtverpackungen
M	Merkblatt
Ma.-%	Massenprozent
MaRess	Materialeffizienz und Ressourcenschonung

Mio.	Millionen
MöVE Verpackungen	Mehrweg- und ökologisch vorteilhaften Einwegverpackungen
MPO	Mischpolyolefine
n.rechtskr.	nicht rechtskräftig
NAGUS	Normenausschuss 172 „Grundlagen des Umweltschutzes“
NI	Niedersachsen
NIR	Nahinfrarot
NJW	Neue Juristische Wochenschrift
NOEC	no observed effect concentration
NRW	Nordrhein-Westfalen
NuR	Natur und Recht
NVwZ	Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OVG	Oberverwaltungsgericht
PA	Polyamid
PBT	Poly-Butylen-Terephthalat
PC	Polycarbonat
PCB/PCT	Polychlorierte Bi- und Terphenyle
PE-HD	Polyethylen hoher Dichte, High Density Polyethylen
PE-LD	Polyethylen niedriger Dichte, Low Density Polyethylen
PMMA	Polymethylmethacrylat (bekannt als Plexiglas)
PO	Polyolefine; unter diesem Begriff werden die Kunststoffsorten PE (HDPE/LDPE) und PP zusammengefasst
PP	Polypropylen
PPE	Polyphenylenether
PPM	Produktionsprozess und Produktionsmethode
PS	Polystyrol
PS-E	expandiertes Polystyrol
PST	Post-Shredder Technologie
PUR	Polyurethan
PVC	Polyvinylchlorid
Rdnr.	Randnummer
REACH	Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe
SAN	Styrol-Acrylnitril
SLF	Schredderleichtfraktion

SNVP	stoffgleiche Nichtverpackungen
SRU	Rat von Sachverständigen für Umweltfragen
SSC	Secretariat of the Stockholm Convention
SUP	Strategische Umweltprüfung
t	Tonne (Gewichtseinheit)
TBT	Agreement on Technical barriers to Trade
TR	Technische Regel
TREMs	Trade related environmental measures
U.S.A.	United States of America
UAbs.	Unterabsatz
UBA	Umweltbundesamt
UN	United Nations
UNEP	UN Environmental Programme
UPR	Umwelt- und Planungsrecht
UQN-RL	Richtlinie über Umweltqualitätsnormen
UStG	Umsatzsteuergesetz
v.	vom
VerpackV	Verpackungsverordnung
VG	Vergabeverordnung
WEEE	waste electrical and electronic equipment
WEEE-RL	Elektro- und Elektronik-Altgeräte-Richtlinie
WTO	World Trade Organisation
ZUR	Zeitschrift für Umweltrecht

Zusammenfassung

Projektziele

Während die bei der Erzeugung und Verarbeitung anfallenden Sekundärkunststoffe aufgrund der hohen Sortenreinheit in hohem Maße in den Produktionsprozess zurückgeführt werden, werden die nach dem Produktgebrauch anfallenden Kunststoffabfälle in deutlich geringerem Umfang einer werkstofflichen Verwertung zugeführt. Stattdessen dominiert in der Bundesrepublik Deutschland noch immer die energetische Verwertung von Kunststoffabfällen.

Ziel des Projektes zur "Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen mit Schwerpunkt Sekundärkunststoffe" ist es deshalb, für die nach dem Gebrauch im Gewerbe und in Haushalten anfallenden Sekundärkunststoffe und ggf. weitere Sekundärrohstoffe die Frage zu beantworten, ob und unter welchen Randbedingungen diese dem Restabfall oder derzeit energetisch genutzten Fraktionen entzogen und so die werkstoffliche Verwertung gesteigert werden kann.

Im Fokus dieser Forschungsarbeit steht die Untersuchung von Abfällen, die nach dem Gebrauch in Haushalten sowie im Gewerbe anfallen, die sogenannten Produktabfälle. Differenziert nach der Anfallstelle und der Art der Erfassung zählen hierzu:

- ▶ getrennt erfasste Abfälle aus Haushalten (Leichtverpackungen sowie stoffgleiche Nichtverpackungen),
- ▶ sortenreine, getrennt erfasste Abfälle aus dem Gewerbe und Baubereich
- ▶ gemischte Abfälle aus Haushalten, z.B. aus dem Sperrmüll,
- ▶ gemischte Bau- und Gewerbeabfälle (gemäß GewAbfV),
- ▶ Abfälle aus dem Elektro-/Elektronikbereich sowie dem Fahrzeugsektor.

Schwerpunktmäßig wird im Rahmen dieser Forschungsarbeit eine Auswahl unterschiedlicher Kunststoffsorten betrachtet (PE-LD, PE-HD, PC, PP, PA, PS, PS-E, PVC, ABS, ASA sowie SAN). Es handelt sich hierbei ausschließlich um Thermoplaste, die sich aufgrund ihrer Eigenschaften für eine werkstoffliche Verwertung eignen und deren Einsatz als Sekundärkunststoff noch gesteigert werden kann.

Ist Situation der Verwertung

Im Rahmen dieses Projektes wurden aufbauend auf das Datengerüst der Consultic-Studie 2012 (Consultic 2012) die Entsorgungswege der verschiedenen Kunststoffsorten differenziert betrachtet. Für die Ermittlung der Entsorgungswege je Kunststoffsorte, wurde anhand des verfügbaren Datenmaterials ein Berechnungsmodell entwickelt. Danach wurden im Jahr 2011 insgesamt rund 2,75 Mio. t der untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten in Deutschland entsorgt. Davon wurden etwa 73 Ma.-% (ca. 2 Mio. t) einer energetischen Verwertung zugeführt. Lediglich rund 24 Ma.-% (rd. 668.100 t) wurden dagegen werkstofflich verwertet. An dieser Stelle ist explizit darauf hinzuweisen, dass es sich bei dieser Menge nicht um eine Rezyklatmenge, sondern um den Input für Recyclinganlagen zur Herstellung von Rezyklaten handelt. Aufbereitungsverluste verringern die tatsächlich rezyklierte Kunststoffmenge; andererseits werden Aufbereitungsreste i.d.R. energetisch verwertet, entsprechend steigt bei Betrachtung der Nettomengen die energetische Verwertung an.

Tabelle 1: Entsorgungswege der betrachteten Kunststoffsorten für das Jahr 2011 (Bruttomen-
gen)

Kunststoffs- orte	werkstoffliche Verwertung	rohstoffliche Verwertung	energetische Verwertung	Deponierung	Summe Produktab- fall
	kt				
PE-LD	199,6	16,7	561,1	5,9	783,3
PE-HD	95,9	7,3	269,5	4,0	376,7
PP	162,3	10,8	498,8	8,9	680,8
PS	52,2	3,6	175,5	2,9	234,2
PS-E	21,6	0,8	58,5	2,1	83,0
PVC	112,3	4,3	338,2	11,1	465,9
ABS, ASA, SAN	12,0	0,1	56,9	1,9	70,9
PA	12,2	0,5	43,0	1,3	57,0
Summe	668,1	44,1	2.001,5	38,1	2.751,8
	24,3 Ma.-%	1,6 Ma.-%	72,7 Ma.-%	1,4 Ma.-%	

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Daten aus Consultic 2012

Im Rahmen einer Fragebogenaktion bei Kunststoffverwertern in Deutschland wurden ergänzend Informationen zur Herkunft und Zusammensetzung der werkstofflich verwerteten Kunststoffabfälle ausgewertet. Die Verarbeitungsmenge der befragten Altkunststoffaufbereiter¹ betrug im Jahr 2011 insgesamt etwa 328.900 t, davon entfielen rund 284.600 t auf die untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten aus dem Produktabfallbereich, weitere 44.300 t Kunststoffabfälle stammten aus der Produktion und Verarbeitung von Kunststoffen². Die Anlagen verfügen zusammen über eine genehmigte Verarbeitungskapazität von rund 549.650 Jahrestonnen, bei einer Schwankungsbreite von 600 bis 100.000 t/a. Die mittlere Auslastung des Jahres 2011 betrug somit etwa 57 % (Schwankungsbreite: 33 % bis 100 %). Die Auswertungsergebnisse zeigen, dass der Input maßgeblich Mischkunststoffe (MiKu), Polyolefine (MPO, hierbei handelt es sich um ein PE/PP-Gemisch) sowie die Kunststoffsorten PE, PP und PVC umfasst. Technische Kunststoffe (ABS, SAN, ASA, PA, PC) gehören nicht oder in vergleichsweise sehr geringen Mengen zum Inputspektrum der befragten Unternehmen. Rund 90 Ma.-% des Inputs entfallen auf Abfälle aus dem Verpackungsbereich, diese werden maßgeblich als Mischkunststofffraktionen (MiKu), Polyolefin-Gemischen (MPO) sowie getrennt in die Kunststoffsorten PE und PP angeliefert.

Im Jahr 2011 wurden in den befragten Unternehmen insgesamt rund 146.000 t Kunststoffrezyklat generiert. Von drei Anlagenbetreibern mit einer Inputmenge von zusammen 26.000 Jahrestonnen³ wurden keine Angaben hinsichtlich Menge und Verbleib der Produkte gemacht. Bezogen auf die aufbereitete Kunststoffabfallmenge und bereinigt um den Input der Anlagen ohne Angaben zum Output beträgt die mittlere Rezyklatausbeute etwa 56 Ma.-%. Dies bestätigt, dass sich die erzeugte und für die

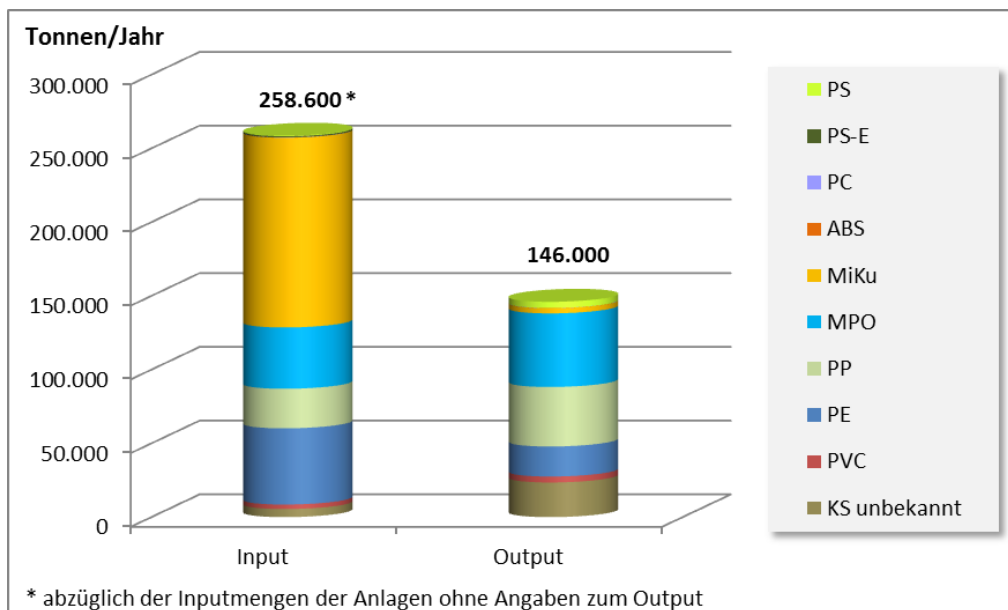
¹ Vor dem Hintergrund der Untersuchung von Kunststoffabfällen aus dem Produktbereich (Endverbrauch) konnten die Angaben von insgesamt 25 Anlagen ausgewertet werden.

² Diese Abfälle sind nicht Gegenstand der Untersuchung.

³ Darunter PVC, PE, PP und MPO.

Herstellung neuer Produkte tatsächlich einsetzbare Rezyklatmenge durch Verluste während der Aufbereitung erheblich reduziert.

Abbildung 1: Input und Output der werkstofflichen Verwertung



Quelle: Eigene Darstellung, erstellt auf Grundlage der Fragenbogenerhebung

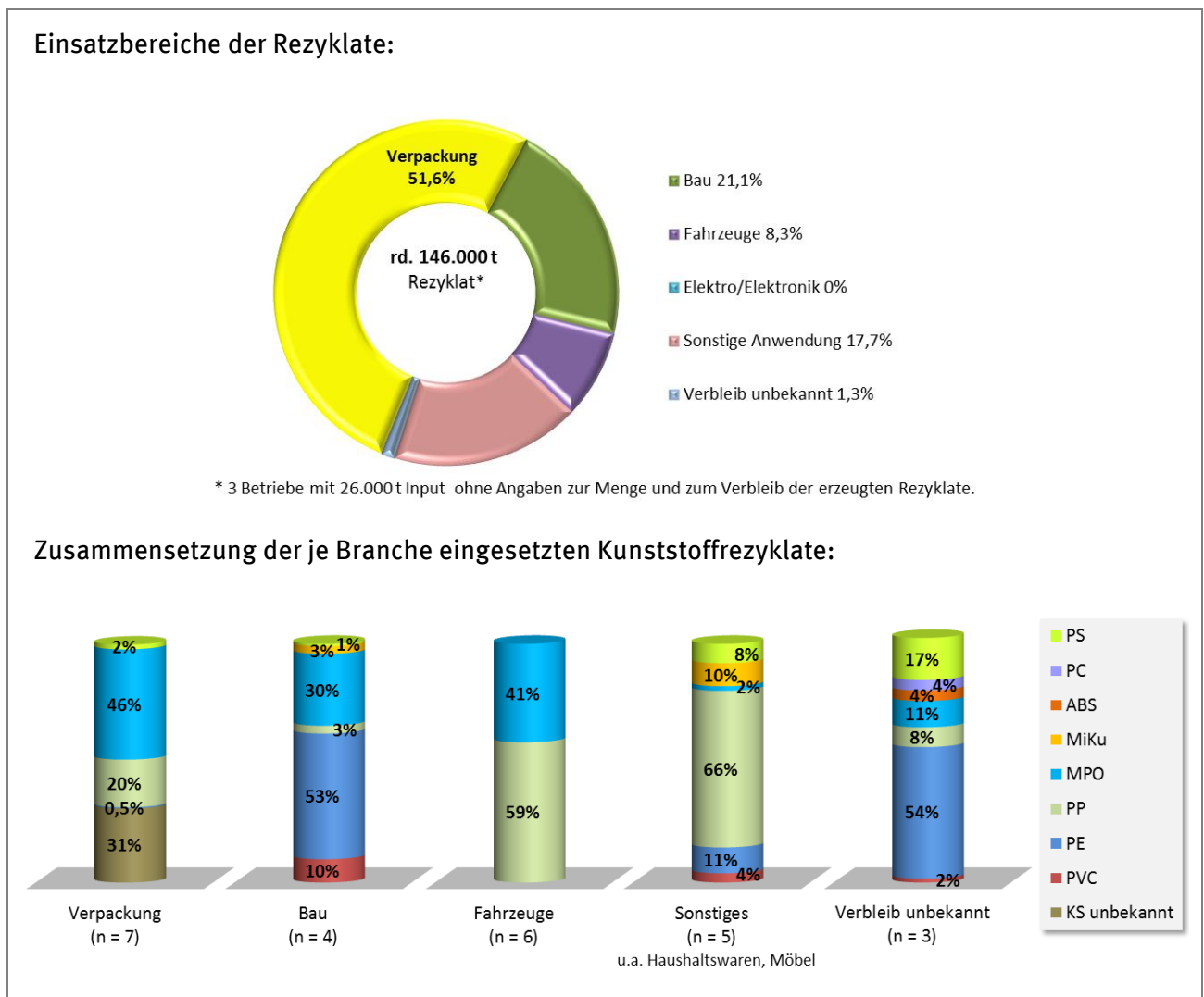
Absatzmärkte und Vertriebswege für Kunststoffrezyklate

Auf der Grundlage von Literaturrecherchen und Auskünften von Akteuren der Recyclingwirtschaft können nachfolgend die Einsatzbereiche der erzeugten Kunststoffrezyklate angegeben werden. Öffentlich verfügbare statistische Erhebungen zum Rezyklateinsatz existieren nicht.

Die Verpackungsabfälle machen den mengenmäßig größten Anteil der anfallenden Kunststoffabfälle aus. Sekundärkunststoffe aus dem Verpackungsbereich werden im Anschluss an eine Kunststoffsortentrennung (PE, PP, PS, polyolefinreiche Mischkunststoffe) zu Regranulaten, Agglomeraten und/oder Mahlgut aufbereitet. Abnehmer sind vor allem Produzenten aus dem Bereich der Folienherstellung (Einkaufstüten, Müllsäcke etc.) sowie der Herstellung langlebiger Güter bspw. für Haushaltswaren oder Produkte für den Baubereich. In der Bedeutung nachgelassen hat die Produktion dickwandiger Erzeugnisse aus Mischkunststoffen (z.B. Parkbänke, Standfüße für Beschilderungen). Dies bestätigt auch die Erhebung bei den Rezyklaterzeugern. Danach gaben lediglich 3 Unternehmen an, Agglomerate aus Mischkunststoffen für dickwandige Kunststoffprodukte herzustellen.

Darüber hinaus hat die projektbegleitende Befragung zum Verbleib der Rezyklate ergeben, dass der Großteil (ca. 52 Ma.-%) der in den befragten Unternehmen erzeugten Kunststoffrezyklate wieder für die Produktion von Verpackungen eingesetzt wird. Die Rückführung in die Produktion von Bauprodukten belief sich auf rund 21 Ma.-% der erzeugten Rezyklate, weitere rund 8 Ma.-% wurden für die Produktion von Fahrzeugbauteilen verwendet und knapp 18 Ma.-% sind in Anwendungen wie Haushaltswaren und Sport- und Freizeitgeräten eingesetzt worden. Um welche Kunststoffsorten es sich hierbei im Einzelnen handelt, ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Es zeigt sich, dass Rezyklate aus den Massenkunststoffen PP, PE sowie das Gemisch daraus (MPO) in allen hier betrachteten Branchen Anwendung finden.

Abbildung 2: Verbleib der erzeugten Kunststoffrezyklate und Zusammensetzung je Branche



Quelle: Eigene Darstellung, erstellt auf Grundlage der Fragenbogenerhebung

Der Kenntnisstand der Altkunststoffaufbereiter über die Einsatzbereiche und Einsatzmengen ihrer erzeugten Rezyklate ist in erster Linie von der Vertriebsweise der Rezyklate abhängig. Die befragten Unternehmen vertreiben die Produkte mehrheitlich auf direktem Weg, d.h. ohne Zwischenhändler, sowohl an inländische als auch an ausländische Kunden. Teilweise werden bis zu 75 Ma.-% der in einem Unternehmen erzeugten Rezyklate, maßgeblich PE, PP, PVC, PS und MPO, exportiert.

Steigerungspotenziale für die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen

Um zu ermitteln, ob hinsichtlich der werkstofflichen Verwertung Steigerungsmöglichkeiten existieren, wurde das theoretische Ausgangspotenzial für die werkstoffliche Verwertung je Anfallstelle bestimmt. Wie viel Material der werkstofflichen Verwertung zur Verfügung steht, ist abhängig von verschiedenen Einflussfaktoren, die zunächst nachfolgend identifiziert und kurz erläutert werden.

Noch bevor Kunststoffe als Abfall anfallen, reduzieren Produktexporte ins Ausland, eine länger andauernde Gebrauchsphase und die Lagerbildung in Haushalten die in Deutschland jährlich anfallende, einer werkstofflichen Verwertung theoretisch zur Verfügung stehende Kunststoffabfallmenge. Insbesondere besteht in Deutschland für Kunststoffprodukte ein Exportüberschuss. Vor allem in den Einsatzbereichen Verpackungen, Bau und Fahrzeuge dominieren Exporte den Außenhandel. Für das

Jahr 2011 weist die Studie Consultic 2012 einen Exportüberschuss für Kunststoffe von insgesamt rund 2,2 Mio. t aus, dies entspricht etwa 20 Ma.-% der in Deutschland verarbeiteten Kunststoffmenge (11,86 Mio. t, alle Kunststoffsorten).

Abbildung 3: Das Abfallaufkommen beeinflussende Faktoren

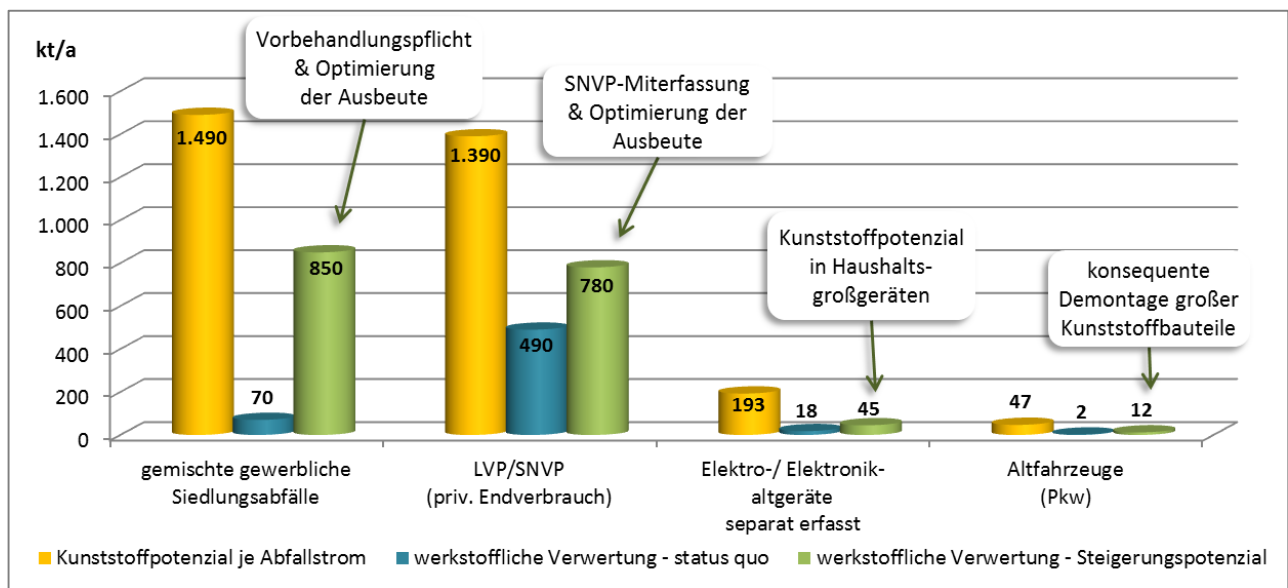


Quelle: eigene Darstellung

Zusammenfassend zeigt sich, dass Potenziale zur Steigerung der werkstofflich verwertbaren Kunststoffmenge für alle betrachteten Anfallstellen für Altkunststoffe identifiziert werden konnten. Das größte theoretisch verfügbare Kunststoffpotenzial in Höhe von rund 1,49 Mio. t ist in den gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen zu finden, von denen bislang lediglich nur knapp 5 Ma.-% (ca. 70.000 t) einer werkstofflichen Verwertung zugeführt werden.

Untersuchungen haben gezeigt, dass insbesondere durch eine konsequente Sortierung gemischt anfallender Abfallströme aus dem Gewerbe und dem privaten Endverbrauch sowie durch eine Optimierung der Ausbeute die dem Recycling zugeführte Kunststoffmenge deutlich gesteigert werden könnte (Dehne et al. 2014, Dehoust et al. 2012). Statt der bislang aussortierten Kunststoffmenge in Höhe von rund 0,56 Mio. t aus der Sortierung der Leichtverpackungen (LVP) und der Vorbehandlung von gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen könnten auf diese Weise bis zu 1,6 Mio. t Kunststoffe generiert werden. Dies bedeutet eine Steigerung um insgesamt rund 1 Mio. t Kunststoffe. Weitere Steigerungspotenziale finden sich im Bereich der Aufbereitung von Altfahrzeugen und Elektro-/Elektronikaltgeräten, wenngleich in deutlich niedrigerer Menge. Bislang werden nur etwa 2.000 t bzw. 18.000 t Sekundärkunststoffe aus diesen Bereichen separiert und einer werkstofflichen Verwertung zugeführt. Dies entspricht zusammen nur etwa 8 Ma.-% bezogen auf das Kunststoffgesamtpotenzial beider Anfallstellen in Höhe von 240.000 t. Eine konsequente Demontage von (großen) Kunststoffbauteilen könnte eine Erhöhung der separierten Kunststoffe je nach Anfallstelle um mehr als das Doppelte bzw. sogar das Sechsfache bewirken.

Abbildung 4: Potenziale für die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen ausgewählter Anfallstellen



Quelle: eigene Darstellung

Hinweis zum Steigerungspotenzial: Der grüne Balken zeigt die Kunststoffmengen, die bei der Umsetzung von geeigneten Maßnahmen und Instrumenten in das Recycling gehen könnten.

Identifizierung, Systematisierung und Diskussion von Hemmnissen, die einen Anstieg der werkstofflichen Verwertung bremsen

Aufbauend auf den empirischen Analysen wurden zentrale Hemmnisse für die identifizierten Lücken zwischen möglichen Potenzialen für den Einsatz von Sekundärrohstoffen und der aktuellen Ist-Situation identifiziert und im Hinblick auf ihre Ursachen und Wirkungsmechanismen sowie auf die damit verbundenen Wirkungen auf den Einsatz von Sekundärkunststoffen analysiert. Die Auswahl der im Rahmen dieses Projektes untersuchten Hemmnisse basieren im Wesentlichen auf folgenden drei Quellen:

- ▶ Einer umfassenden Literaturanalyse zu grundsätzlichen Hemmnissen in Recycling-/ Sekundärkunststoffmärkten und den besonderen Herausforderungen im Bereich Kunststoffe,
- ▶ den Ergebnissen einer breit angelegten Fragebogenaktion bei Kunststoffrecyclern
- ▶ sowie einer Reihe von teilstrukturierten Experteninterviews mit Akteuren entlang der gesamten Recyclingkette.

Trotz tendenziell steigender Preise für Primärrohstoffe (vgl. Heck et al. 2014) und damit verbundenen Anreizen zur Kreislaufführung sind im Bereich der Kunststoffabfälle Recyclingraten zu beobachten, die weit unter den technischen Potenzialen liegen. Dies ist u.a. auf eine Reihe systematischer Marktversagenstatbestände zurückzuführen, die sich aus verschiedenen ökonomischen, informatorischen, rechtlichen und institutionellen Charakteristika von Abfällen ergeben.

Aus der Betrachtung internationaler Recyclingmärkte leiten Johnstone und de Tilly (OECD 2005, S. 19ff) verschiedene Markt-Ineffizienzen ab, die sich negativ auf das Recyclingniveau insgesamt auswirken. Dabei spielt vor allem die Verfügbarkeit von Informationen eine entscheidende Rolle. Im Gegensatz zu Primärrohstoffen ist die Qualität von Sekundärrohstoffen deutlich schwieriger zu beurteilen. Als Qualitätsmerkmale kommen hierbei beispielsweise Kontaminierungen mit Stör- oder Schadstoffen in Frage, aber auch die Vermischung mit anderen prinzipiell wertvollen Stoffen (so hat z.B.

bereits ein geringer Kupferanteil im Stahlschrott erhebliche Konsequenzen für seine weitere Verwendungsfähigkeit). Bereits geringfügige Veränderungen im Reinheitsgrad können aus Abfällen mit einem positiven Marktwert kostenpflichtig zu entsorgende Abfälle werden lassen. In vielen Bereichen existiert diese Art von Informationen über Abfälle überhaupt nicht oder die Informationen sind asymmetrisch zwischen den Akteuren verteilt. In diesen Fällen bestehen für die informierte Anbieterseite massive ökonomische Anreize, gegenüber dem Abnehmer die tatsächliche Qualität der Abfälle zu positiv darzustellen. Der Käufer kann diese Angaben entweder gar nicht oder nur zu prohibitiv hohen Kosten überprüfen (problematisch sind dabei insbesondere fehlende Informationen seitens der Hersteller zur stofflichen Zusammensetzung ihrer Produkte).

Auf Basis der ausgewerteten Literatur wurde im Fragebogen für zehn Aspekte abgefragt, ob es sich dabei aus Sicht der adressierten Unternehmen um zentrale Hemmnisse handelt, Sekundärkunststoffe am Markt zu positionieren (Mehrfachnennungen wurden dabei explizit zugelassen). Die folgende Tabelle zeigt die Auswertung aller dazu eingegangenen Antworten. Deutlich wird bereits hier, dass es sich beim Einsatz von Sekundärkunststoffen weniger um einzelne konkrete – und damit vielleicht einfach zu beseitigende Hemmnisse handelt, sondern um eine Vielzahl, untereinander eng verwobener Aspekte, die zu der Diskrepanz zwischen dem für Deutschland dargestellten Status Quo und den beschriebenen Potenzialen führen. Bei den konkret genannten Punkten sind insbesondere Schwierigkeiten bei der Verfügbarkeit von (möglichst sortenreinen) Inputmaterialien (39 %), die Konkurrenz zur energetischen Verwertung (39 %) sowie Probleme im Umgang mit REACH (32 %) bzw. den Kriterien zum Ende der Abfalleigenschaft (29 %) hervorgehoben worden. Probleme mit Lieferfristen, Qualitätsanforderungen der Abnehmerseite sowie schwankende Erlöse wurden nur von weniger als jedem Fünften als zentrales Hemmnis benannt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Fragebogenaktion

Hemmnis (Mehrfachnennung möglich)	Häufigkeit der Beantwortung
Schwierigkeiten hinsichtlich der Verfügbarkeit von Inputmaterial	39 %
Schwankende Erlöse	14 %
Konkurrenz zur energetischen Verwertung	39 %
Qualitätsanforderungen auf der Abnehmerseite entsprechend Neuware	14 %
Probleme mit gewünschten Liefermengen	18 %
Probleme mit gewünschten Lieferfristen	0
Uneinheitliche und für den Abnehmer nicht aussagekräftige Qualitätsstandards für Sekundärrohstoffe	25 %
Unklare Vorgaben zum Ende der Anforderungen	29 %
Probleme hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen der REACH-Verordnung	32 %

Quelle: eigene Darstellung

Auf Basis der Analyse der verschiedenen ökonomischen, informatorischen und rechtlichen/ institutionellen Hemmnisse für den Einsatz von Sekundärkunststoffen wurde eine vergleichende Gesamtab-

schätzung zur Relevanz der einzelnen Punkte vorgenommen. Dabei wurde zwischen zentralen Hemmnissen mit signifikanter Mengenrelevanz (+++), mittleren Hemmnissen mit erkennbarer Mengenrelevanz (++) und weiteren Hemmnissen mit unklarer Mengenrelevanz (+) unterschieden, wobei „unklar“ potentiell auch „bedeutend, im Rahmen dieser Studie aber nicht seriös einschätzbar“ bedeuten kann (z.B. im Fall von Verhaltensänderungen durch Kommunikationskampagnen).

Tabelle 3: Vergleichende Gesamtabschätzung zur Mengen-Relevanz der Hemmnisse

Hemmnis	Bewertung	Zukünftige Bedeutung
Ökonomische Hemmnisse		
Konkurrenz zur energetischen Verwertung	+++	
Kleinteilige Marktstrukturen	++	Erkennbarer Konzentrationsprozess und zunehmende Professionalisierung
Preisvolatilität	+	
Abflüsse von Abfällen in den Export	++	Deutlich abnehmende Bedeutung durch Green Fence und steigendes Abfallaufkommen in China
Informatorische Hemmnisse		
Komplexität von Produkten	++	
Unsicherheiten über Abfallqualitäten Sammlung/ Verwertung	++	
Unsicherheiten über Abfallqualitäten Verwertung/ Abnehmer	++	Erkennbarer Wandel von Push- zu Pull-Strategien
Einseitig ausgelegte Qualitätsanforderungen	+	
Imageproblem Sekundärkunststoffe	+	
Rechtliche/ institutionelle Hemmnisse		
Mangelhafte Getrennthaltungsgebote	++	Vorgaben zur Getrenntsammlung im neuen KrWG
Mangelhafte Vorgaben zur Trockenlagerung	+	
Kunststoffsortenunspezifische Quoten	+++	
Vollzugsdefizite in der Exportkontrolle von Kunststoffabfällen	++	
Zusatzkosten durch REACH	++	Abnehmende Bedeutung durch Lernkurveneffekte

Quelle: eigene Darstellung

Im Bereich der ökonomischen Hemmnisse ist dabei insbesondere die aktuelle Konkurrenz zur energetischen Verwertung zu nennen (dabei ist jedoch einschränkend anzumerken, dass im Rahmen der Untersuchungen keine lebenszyklusweiten Abschätzungen zur ökologischen Vorteilhaftigkeit der stofflichen Verwertung aller Kunststoffabfälle vorgenommen wurden). Als weitere relevante Hemmnisse sind die kleinteiligen Marktstrukturen im Bereich der Kunststoffrecycler sowie die Abflüsse in den Export zu nennen – in beiden Fällen ist jedoch ein deutlicher Trend absehbar, dass diese Hemmnisse in Zukunft an Bedeutung verlieren werden.

Bei den informatorischen Hemmnissen bestehen nach wie vor relevante Unsicherheiten über die tatsächlichen Qualitäten der Kunststoffabfälle (z.B. im Blick auf Störstoffe, Zusammensetzung etc.) an den verschiedenen Schnittstellen entlang der Verwertungskette. Auch hier ist jedoch erkennbar, dass dieses Hemmnis bereits von verschiedenen Akteuren aufgegriffen und durch Zertifizierungsmaßnahmen, Label etc. adressiert wird. Einseitig auf Primärkunststoffe ausgerichtete Vorgaben für das Produktdesign spielen in Einzelfällen nach wie vor eine Rolle, stellen jedoch in den hier untersuchten Einsatzbereichen kein zentrales Hemmnis dar. Als deutlich relevanter ist hier die zunehmende Komplexität von kunststoffhaltigen Produkten einzuschätzen, wobei insbesondere die Zunahme an Verbunden und die Vielzahl der in kleinen Mengen eingesetzten spezifischen Kunststoffsorten deren hochwertige Verwertung erschwert. Zentral ist hier jedoch insbesondere die fehlende Wertschätzung der Verbraucher für Sekundärkunststoffe anzusehen, da sie noch nicht ausreichend für den mit Rezyklateinsatz verbundenen Umweltvorteil sensibilisiert sind.

Im Bereich der rechtlichen Hemmnisse zeigt sich, dass diese nur in Ausnahmefällen einem Einsatz von Sekundärkunststoffen direkt entgegenstehen, ihn aber in verschiedenen Bereichen erschweren. Dabei ist jedoch zum Beispiel im Bereich der End of Waste Kriterien auf die notwendige Balance zwischen einem Umweltinteresse am Einsatz von Rezyklaten und gleichzeitig dem Schutz der Verbraucher und dem vollständigen Ausschluss von Gesundheitsrisiken hinzuweisen. Es zeigt sich jedoch auch deutlich, dass z.B. stoffunspezifische Verwertungsquoten in vielen Bereichen nicht ausreichen, den Anreiz setzen, Kunststoffabfälle getrennt und möglichst sortenrein zu erfassen, was ihre Verwertung und Einsatz als Sekundärkunststoff ökonomisch deutlich attraktiver machen würde. Die Bestandsaufnahme der bestehenden rechtlichen Regelungen zeigt dabei diverse Defizite sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene. Zwar wurden mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz und der Verpackungsverordnung generelle und konkrete Vorgaben gemacht. Es fehlen jedoch noch Vorgaben für die Wertstofftonne sowie eine Verordnung, die sich der Kunststoffkaskadennutzung widmet. Wesentliches Problem bei den gewerblichen Siedlungsabfällen ist die unzureichende Getrennterfassung in der Praxis. Zu kritisieren ist vor allem, dass die entstehenden gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle nicht vollständig Vorbehandlungsanlagen mit einem Mindeststandard zugeführt werden.

Die verschiedenen beschriebenen und zu analysierenden Hemmnisse wirken in der Realität nicht isoliert voneinander, sondern sind auf vielfältige Weise miteinander verknüpft. Insbesondere die Konkurrenz zur energetischen Verwertung kann als Auslöser bzw. verstärkender Faktor für verschiedene andere Hemmnisse betrachtet werden. Die Möglichkeit einer im Vergleich zur stofflichen Verwertung ökonomisch rentableren Gewinnung von Kunststoffen zur energetischen Verwertung führt dazu, dass auf die Bedürfnisse der kunststoffverarbeitenden Industrie ausgerichtete Qualitätsstandards für verschiedene Kunststoffsorten bisher noch nicht in einem ausreichenden Maß entwickelt wurden. Auch Maßnahmen zur Reduktion der Anzahl eingesetzter Kunststoffsorten pro Produkt oder ihr recyclingfreundlicher Einsatz im Produktdesign haben nur eine sehr eingeschränkte Bedeutung, wenn ein Großteil der Kunststoffabfälle ohnehin verbrannt wird. Die bei verschiedenen Kunststoffsorten zu beobachtenden Unsicherheiten bezüglich Qualitäten an der Schnittstelle Verwerter und kunststoffverarbeitende Industrie sind wie beschrieben auch auf die noch sehr kleinteilige Marktstruktur zurück-

zuführen. Der durch klein- und mittelständische Unternehmen (KMU) geprägte Kunststoffverwertungs-Sektor ist bisher nur in Einzelfällen in der Lage, fortlaufende spezifische Qualitätsparameter zu gewährleisten, die mit Primärkunststoffen vergleichbar wären.

Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen

Aufbauend auf der Analyse von Potenzialen zur verstärkten werkstofflichen Verwertung von Kunststoffen und den dabei identifizierten Hemmnissen wurden im abschließenden Arbeitspakt Maßnahmen und Instrumente entwickelt, um die verschiedenen Kunststoffsorten

- ▶ dem Abfall zu entziehen,
- ▶ einer hochwertigen Verwertung zuzuführen und
- ▶ ihren Einsatz als Sekundärrohstoff zu unterstützen.

Diese Teilziele erfordern jeweils spezifische Instrumente, die zudem auch die jeweiligen Unterschiede für einzelne Kunststoffsorten berücksichtigen. Das Ziel besteht jedoch in der Entwicklung integrierter Maßnahmenbündel, deren Einzelelemente sich gegenseitig unterstützen und insgesamt auf die Entwicklung einer selbsttragenden Innovationsdynamik abzielen. Im Rahmen dieses Arbeitspakets werden sowohl ökonomische, rechtliche als auch informatorische/ institutionelle Instrumente diskutiert sowie auf ihre rechtliche Umsetzbarkeit hin geprüft.

Zunächst wurden Vorarbeiten im In- und Ausland ausgewertet, die sich aus unterschiedlichen Blickwinkeln bereits mit Instrumenten zur Steigerung des Sekundärkunststoffeinsatzes beschäftigt haben. Die Analyse der bereits vorgelegten Studien zeigt, dass in der Literatur kein Instrument erkennbar ist, das in der Lage wäre, die komplexen Hemmnisse im Bereich des Einsatzes von Sekundärkunststoffen alleine zu adressieren. Insofern ist es erforderlich, einen Policy-Mix zu entwickeln, der entlang der Wertschöpfungskette unterschiedliche Stellschrauben adressiert. Des Weiteren ist festzustellen, dass eine Reihe von Instrumenten auf einem teilweise sehr abstrakten Niveau diskutiert werden, so dass eine konkrete Bewertung der möglichen Effekte und ihrer Umsetzbarkeit nur schwer möglich ist.

Im zweiten Schritt wurden konkrete Instrumente identifiziert und anhand eines einheitlichen Analyseschemas ausgewertet. Die einzelnen Instrumente wurden im Folgenden mit Blick auf die folgenden Aspekte untersucht

- ▶ Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus
- ▶ Bezug zu den identifizierten Hemmnissen
- ▶ Rechtliche Vorgaben
- ▶ Inhaltliche Anknüpfungspunkte
- ▶ Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen (Ausland, andere Rohstoffe etc.)
- ▶ Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit von der Ausgestaltung
- ▶ Umsetzbarkeit.

Die folgende Tabelle gibt einen Gesamtüberblick über die untersuchten Instrumente und die dabei vorgenommenen Bewertungen der Mengeneffekte (+++ hohe, ++ mittlere und + geringe Mengeneffekte) und ihrer Umsetzbarkeit (+++ prinzipiell leinfache, ++ mittlere und + schwierige Umsetzbarkeit). Dabei zeigt sich, dass die Instrumente mit hohen Mengeneffekten in der Regel gleichzeitig auch größere Schwierigkeiten in der Umsetzung aufweisen.

Tabelle 4: Gesamtüberblick über die 12 Instrumente

Instrumentenbewertung			
Nr	Instrument	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
1	Kunststoffspezifische Quote für bestimmte Produkte / Abfallströme		
	Altautos	++	+++
	Haushaltsgroßgeräte	++	++
2	Steuer / Abgabe auf die Verbrennung von Kunststoffabfällen	++ - +++ (Abhängig von Höhe der Abgabe)	+
3	Mindestrezyklatquoten für Kunststoffe		
	3.1 Mindestrezyklatquote im Baubereich	+++	++
	3.2 Mindestrezyklatquote im Elektronikbereich	++	+
4	Pfandsysteme für kunststoffhaltige Produkte		
	4.1 Ausweitung der Pfandpflicht auf alle Getränkebereiche	++	++
	4.2 Pfandpflicht auf kleine Elektro- und Elektronikgeräte am Beispiel Mobiltelefone	+ (Nur Kunststoffe), +++ (Mitberücksichtigung aller Materialien)	+
5	Imagekampagne "Kunststoff einen Wert geben"	+	+++
6	Vorbehandlungspflicht für Gemischte Gewerbeabfälle	+	+++
7	Vorgaben zur separaten Erfassung Kunststoffhaltiger Produkte	+	++
8	Reduzierte Mehrwertsteuersätze für Produkte mit Rezyklatanteil	++	++
9	Weiterentwicklung von Umwelt-Labels		
	9.1 Weiterentwicklung Blauer Engel	+	+++

	9.2 Verpflichtendes Label für Kunststoffrezyklateinsatz	++	++
10	Vorgaben für die öffentliche Beschaffung		
	10.1 Orientierung am Blauen Engel Kunststoffrezyklat	+	++
	10.2 Aufnahme Standards zum nachhaltigen Bauen	++	++
11	Verbesserung der Recyclingfähigkeit		
	11.1 Freiwilliger Branchenprozess	++	+++
	11.2 Verbindliche Ecodesignstandards	+++	+
12	Fonds zur Förderung werkstofflichen Kunststoffrecyclings	++	++

Die Analyse der verschiedenen Einzelinstrumente zeigt deutlich, dass die komplexen technischen, ökonomischen, regulatorischen und informatorischen Hemmnisse für einen verstärkten Einsatz von Sekundärkunststoffen nicht durch ein einzelnes Instrument überwunden werden können. Hierzu wird es einen längerfristigen Prozesses benötigen, der an verschiedenen zentralen Stellschrauben ansetzen muss.

Vor diesem Hintergrund sollen im Folgenden drei Kernstrategien beschrieben werden, die auf eine kontinuierliche Optimierung des Sekundärkunststoffeinsatzes abzielen. Die Bündelung der Einzelinstrumente zu diesen drei, miteinander verbundenen Kernstrategien verdeutlicht die Notwendigkeit eines koordinierten Vorgehens und öffnet damit auch den Blick für mögliche Synergien.

Kernstrategie 1: „Push“

Die erste Kernstrategie zielt auf eine Erhöhung der möglichst separat erfassten und anschließend sortenrein getrennten Kunststoffabfälle ab, die anschließend als Input für das werkstoffliche Recycling zur Verfügung stehen. Eine Erhöhung dieser Mengen kann als notwendige Bedingung für einen gesteigerten Einsatz von Sekundärkunststoffen angesehen werden, wie dargestellt wird sie unter den gegebenen Rahmenbedingungen alleine jedoch nicht automatisch oder nur unwesentlich zu einer Steigerung der Verwendung recycelter Kunststoffe führen. Trotzdem kann eine solche „Push“-Strategie auch zu ökonomischen Skaleneffekten führen, die bei sinkenden Kosten pro Einheit die Anreize für den Einsatz von Sekundärkunststoff verstärken.

Kernstrategie 2: „Pull“

Die zweite Kernstrategie fokussiert auf eine Steigerung der Nachfrage nach Sekundärkunststoffen. Wie dargestellt, übersteigt das theoretisch zur Verfügung stehende Potenzial an Sekundärkunststoff-

fen die tatsächliche Nachfrage bei weitem, offensichtlich reichen hier für die meisten Kunststoffsorten und Einsatzbereiche die ökonomischen Anreize noch nicht aus, um in relevanten Mengen auf Sekundärkunststoffe zu setzen. Die hier dargestellten Instrumente zielen daher darauf ab, entweder recycelte Kunststoffe gegenüber Primärware günstiger zu stellen oder die öffentliche Hand als Nachfrager von sekundärkunststoffhaltigen Produkten zu stärken.

Kernstrategie 3: „Marktentwicklung“

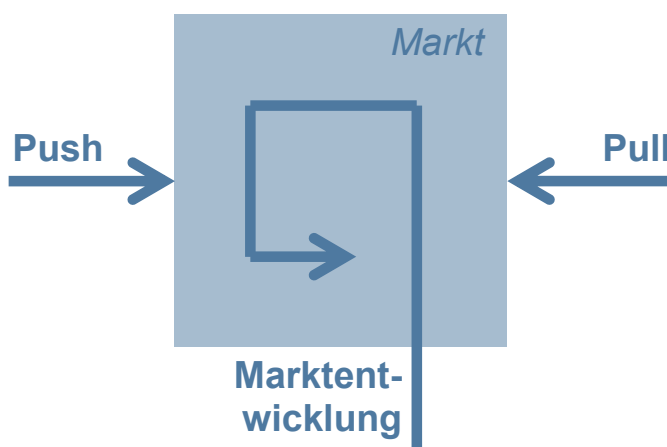
Neben den eher klassischen Ansätze der Angebots- und Nachfragesteigerung („push“ und „pull“) zeigt sich beim werkstofflichen Kunststoffrecycling die Notwendigkeit eines dritten Ansatzes, der auf einen kontinuierlichen Prozess der Marktentwicklung setzt. Die Entwicklung von Rahmenbedingungen, unter denen Angebot und Nachfrage möglichst kosteneffizient aufeinander abgestimmt werden, wurde als ein wesentliches Hemmnis identifiziert, gleichzeitig zeigen Beispiele wie der Markt für Sekundär-PET, dass z.B. Maßnahmen zur Definition von Qualitätsstandards einen wesentlichen Treiber für das werkstoffliche Recycling darstellen können.

Speziell mit Blick auf das Recycling von Kunststoffabfällen wurde die Notwendigkeit und Effektivität solcher Maßnahmen u.a. auch von der OECD festgestellt: „Encouraging ever-higher recycling rates in an imperfect market may impose very high social welfare costs. In such cases it may be far less costly to address the imperfection within the market than to try and bring about increased recycling rates through increasingly ambitious recycling programmes.“ (OECD 2005, S. 4).

Ziel solcher Maßnahmen kann eindeutig nicht die Definition von Qualitätsstandards o.ä. durch die öffentliche Hand sein, diese können sich nur im Austausch zwischen Kunststoffverwertern und kunststoffverarbeitender Industrie entwickeln. Der Fokus der Kernstrategie liegt vielmehr auf der Entwicklung von Rahmenbedingungen, die die vielfältigen Transaktionskosten des Einsatzes von Sekundärkunststoffen senken sollen.

Die folgende Abbildung verdeutlicht das notwendige Zusammenspiel der drei Kernstrategien und die jeweils unterschiedlichen Ansatzpunkte. Ein erfolgreicher Policy-Mix muss konkrete Instrumente beinhalten, die sowohl auf die Nachfrage, als auch auf die Angebotsseite abzielen; zusätzlich müssen Rahmenbedingungen gestärkt werden, die einen effizienten Austausch zwischen beiden Marktseiten ermöglichen.

Abbildung 5: Kernstrategien zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen



Quelle: eigene Darstellung

Auf Basis dieser Überlegungen zur Entwicklung von Maßnahmen und Instrumenten zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen lässt sich festhalten, dass einerseits eine ganze Reihe potenzieller Ansatzpunkte identifiziert werden kann, andererseits keines dieser Instrumente allein die vielfältigen Hemmnisse im gewünschten Ausmaß zu adressieren in der Lage ist. Insofern zeigt sich deutlich die Notwendigkeit eines koordinierten und längerfristig angelegten Ansatzes.

Die beschriebenen Push-, Pull- und Marktentwicklungsstrategien können dabei als Struktur verstanden werden, die identifizierten technischen Potenziale zur Steigerung des Sekundärkunststoffeinsatzes systematisch zu erschließen. Gleichzeitig erfordert der gesteigerte Einsatz von Sekundärkunststoffen einen funktionierenden Marktprozess, für den Rahmenbedingungen gesetzt werden müssen, der aber nicht erzwungen werden kann: In vielen Bereichen sind Sekundärkunststoffe aus unterschiedlichen Gründen noch deutlich von einer Wettbewerbsfähigkeit entfernt, so dass hier Prozesse angestoßen werden können, die sich aber erst mittelfristig tatsächlich in konkreten Marktanteilen widerspiegeln werden.

Ein erfolgreicher Policy-Mix wird eine ausbalancierte Mischung aus marktbasierten, ordnungsrechtlichen und informatorischen Instrumenten erfordern, wie sie hier im Einzelnen beschrieben wurden: Auch hier zeigt sich die Komplexität technischer, ökonomischer, informatorischer und rechtlicher Hemmnisse, die jeweils spezifisch angegangen werden müssen. Daneben wird aber auch deutlich, dass ein wesentliches Element eines solchen Policy-Mix ein stärker koordiniertes Vorgehen von der kommunalen bis hin zur europäischen Ebene darstellen muss. Dabei steigt der Koordinationsbedarf kontinuierlich entlang der Wertschöpfungskette – von der in vielen Bereichen im Rahmen der kommunalen Selbstverwaltung regulierten Abfallanfallstelle, über die primär auf nationaler Ebene definierte und auf Länderebene umgesetzte Abfallgesetzgebung bis hin zum Einsatz von Sekundärkunststoffen, über den im Rahmen häufig europäischer bis hin zu globalen Lieferketten entschieden wird. Als ein Ergebnis dieses Forschungsprojekts kann damit auch festgehalten werden, dass die von der Europäischen Kommission (zum Beispiel im Fahrplan für ein ressourceneffizientes Europa, Europäische Kommission 2013) geforderte Betrachtung von Abfall als Ressource eine deutlich verbesserte Koordination dieser Einzelebenen erfordern wird – was damit aber deutlich über die Betrachtung von Kunststoffen hinausgeht.

Summary

Project Objectives

While secondary plastics accruing at the stages of production and processing are largely redirected to the production process because of their high fraction purity, secondary plastic waste accruing after product use is recovered on a significantly smaller scale. Instead, energetic recovery of plastic waste is still dominant in the Federal Republic of Germany.

The aim of the project „Development of Instruments and Measures Towards Increasing the Use of Secondary Raw Materials with a Focus on Secondary Plastics“ is therefore to answer the question regarding secondary plastics accruing after use in industry and households and, if applicable, further secondary raw materials, if and under which limiting conditions those can be diverted from residual waste or currently energetically recovered fractions in order to increase mechanical recycling.

This research project focuses on the investigation of wastes which accrue after use in households and industry; so-called product waste. Differentiated according to the place of origin and the type of record, this includes:

- ▶ separately collected waste from households (light packaging and non-packaging of similar material),
- ▶ unmixed, separately collected waste from industry and construction,
- ▶ mixed waste from households, e.g. from bulky waste,
- ▶ mixed construction and industry waste (according to GewAbfV),
- ▶ waste from the areas of electric and electronic equipment and the vehicle sector.

Concentrating on certain main points, this research project considers a selection of different plastic types (PE-LD, PE-HD, PC, PP, PA, PS, PS-E, PVC, ABS, ASA and SAN). The plastics concerned are exclusively thermoplastics which due to their physical characteristics are suitable for mechanical recycling and whose application as secondary plastics can still be increased.

Current Situation of Recovery

In the framework of this project, the disposal pathways of the different plastic types have been considered with a differentiated approach, building upon the data structure of the Consultic study 2012 (Consultic 2012). In order to identify the disposal pathways of each respective plastic type, a calculation model was developed by means of the available data. After this, in the year 2011 approximately 2.75 million t in total of the plastic types relevant for the study were treated. Out of this, about 73 v.-% (approximately 2 million t) were recovered energetically. In contrast, only about 24 v.-% (appr. 668,100 t) were recovered mechanically. At this point it is explicitly noted that this amount is not the amount of recycled materials but the input material for recycling facilities for the production of recycled materials; processing losses decrease the actually recycled amount of plastic.

Table 5: Disposal methods of the considered plastic types for the year 2011

Plastic type	Mechanical re-cycling	Feedstock re-cycling	Energetic recovery	Landfill	Total product waste
	Kt				
PE-LD	199.6	16.7	561.1	5.9	783.3
PE-HD	95.9	7.3	269.5	4.0	376.7
PP	162.3	10.8	498.8	8.9	680.8
PS	52.2	3.6	175.5	2.9	234.2
PS-E	21.6	0.8	58.5	2.1	83.0
PVC	112.3	4.3	338.2	11.1	465.9
ABS, ASA, SAN	12.0	0.1	56.9	1.9	70.9
PA	12.2	0.5	43.0	1.3	57.0
Summe	668.1	44.1	2,001.5	38.1	2,751.8
	24.3 v.-%	1.6 v.-%	72.7 v.-%	1.4 v.-%	

Source: own research

As part of a questionnaire survey among plastic recyclers in Germany, complementary information about the origin and composition of mechanically recycled plastics have been analysed. The throughput of all questioned waste plastic recyclers⁴ accounted for approximately 328,900 t in the year 2011, of which about 284,600 t were represented by the plastic types from product waste relevant for this study, while a further 44,300 t originated from production and processing of plastics⁵. The facilities altogether have an approved processing capacity of around 549,650 tonnes per year, with a minimum of 600 and a maximum of 100,000 t/a. The average utilization in the year 2011 thus amounted to about 57 % (range of variation between 33 % and 100 %). The results of the analysis show that the input mainly comprises mixed plastics (MiKu), polyolefins (MPO, concerned here is a PE/PP mixture) and the plastic types PE, PP and PVC. Technical plastics (ABS, SAN, ASA, PA, PC) don't belong to the input range of the surveyed companies, except in comparatively very little quantities. Roughly 90 v.-% of the input are represented by waste from the area of packaging, which is delivered mainly as mixed plastic fractions (MiKu), polyolefin mixtures (MPO) or separated into the plastic types PE, PP and PVC.

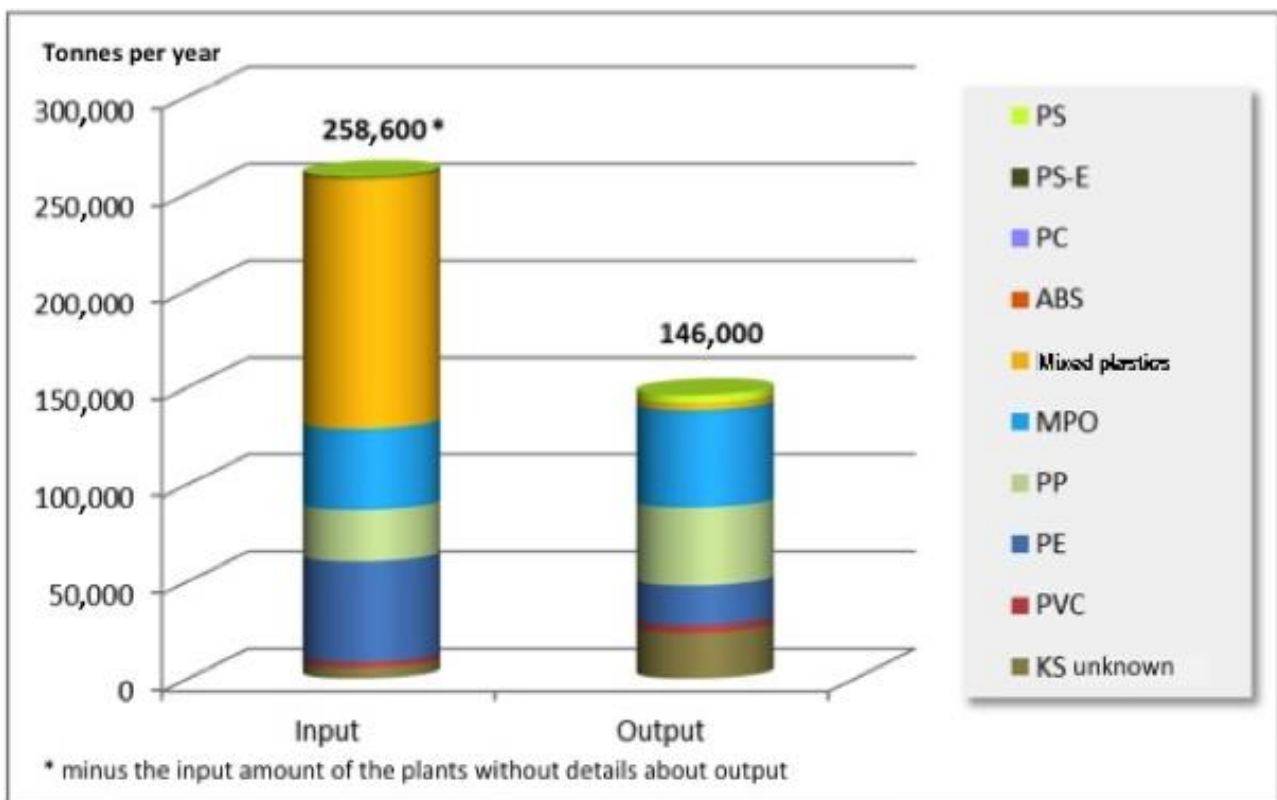
In the year 2011, about 146,000 t of plastic recyclates have been generated in all surveyed enterprises. Three plant operators with an aggregated input quantity of 26,000⁶ tonnes a year did not indicate information regarding amounts or fates of materials.. Referring to the processed plastic waste amount and adjusted for the input of the facilities without data about the output, the average recycle recovery accounts for about 56 v.-%. At this point it becomes visible that the recyclate amount produced and actually usable for the manufacture of new products is considerably reduced due to losses during recovery.

⁴ Against the background of the investigation of plastic waste from products (end use), data from 25 facilities in total could be analysed..

⁵ These wastes are not subject of the investigation.

⁶ Among which PVC, PE, PP and MPO

Figure 6: Input and output of mechanical recycling



Source: own research, created on the basis of the questionnaire survey

Markets and Distribution Channels for Plastic Recyclates

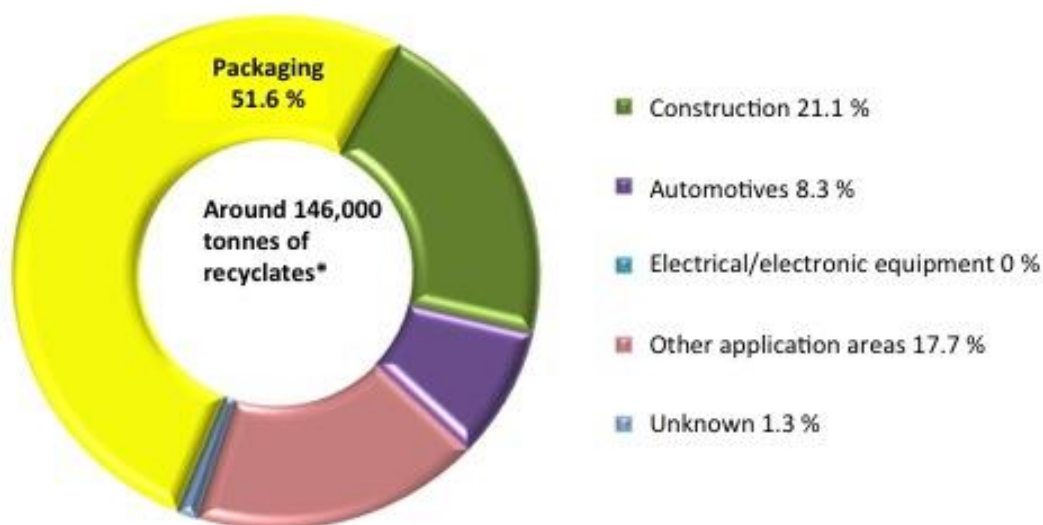
On the basis of literature research and information from actors of the recycling economy, the fields of application of the produced plastic recyclates can be specified in the following. There are no publicly available statistical investigations regarding the application of recyclates.

Considering the amount, packaging waste materials account for the biggest share of all accruing plastic wastes. Following a separation of plastic materials (PE, PP, PS, mixed plastics rich in polyolefins), secondary plastics from the area of packaging are processed to regranulates, agglomerates and/ or grist. Customers are primarily producers from the area of film production (shopping bags, trash bags etc.) and from the production of long-lasting goods such as for housewares of products for the area of construction. The production of thick-walled products from mixed plastics (e.g. park benches, feet for signage) has lost significance. This also confirmed by the survey among recyclate producers. Only three enterprises indicated that they would produce agglomerates from mixed plastics for thick-walled plastic products.

Furthermore, the project-related survey about the whereabouts of recyclates revealed that the majority (appr. 52 v.-%) of recyclates produced in the consulted enterprises is again used for the production of packaging. The recirculation to the production of building products amounted to about 21 v.-% of the produced recyclates, a further about 8 v.-% were applied for the production of vehicle components and almost 18 v.-% were used in applications such as household goods and leisure and sport equipment. The following figure shows which plastic types are concerned in particular. It turns out that recyclates from the mass plastics PP, PE and the mixture from both (MPO) are applied in all sectors regarded within this study.

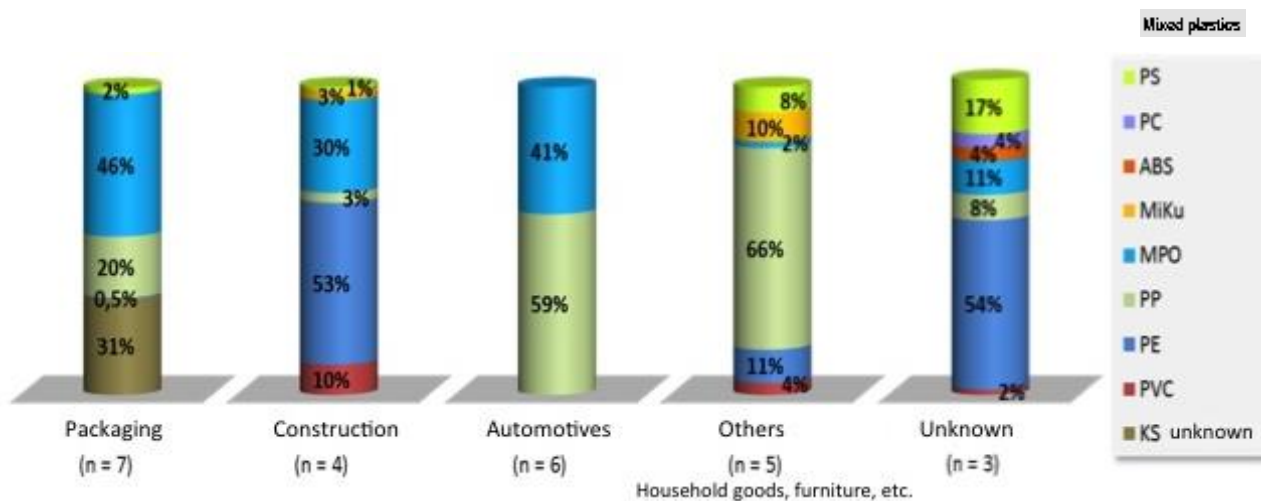
Figure 7: Whereabouts of the produced plastics recyclates and composition per sector

Fields of application of recyclates:



* 3 recycling plants with an input of 26,000 tonnes with no data on quantities and whereabouts of recyclates

Composition of plastic recyclates applied in each sector:



Source: own research, created on the basis of the questionnaire survey

The state of knowledge of waste plastics recyclers regarding the fields of application and used quantities of their recyclates primarily depends on the distribution method of the recyclates. The questioned companies mainly distributed their products directly, i.e. without intermediaries, to both domestic and foreign customers. Partially, up to 75 v.-% of recyclates produced in a company, mainly PE, PP, PVC, PS and MPO, are exported.

Potential for Growth for Mechanical Recycling of Plastic Waste

In order to determine if there are possibilities for growth regarding mechanical recycling, the theoretical starting potential for mechanical recycling was identified. The amount of material available for mechanical recycling depends on different factors which are in the first instance identified and explained in the following.

Even before plastics accrue as waste, product exports abroad, a longer lasting use phase in households and the stockpiling in households reduce the amount of waste that is annually arising in Germany and thus theoretically available for mechanical recycling. Specifically, there is an export surplus for plastic products in Germany. Especially in the fields of packaging, construction and vehicles, exports to foreign trade are dominant. The study Consultic 2012 presents an export surplus for plastics of roughly 2.2 million t in 2011; this is equivalent to about 20 wt.-% of the processed amount of plastic in Germany (11.86 million t , all types of plastic) .

Figure 8: Factors influencing Waste Generation



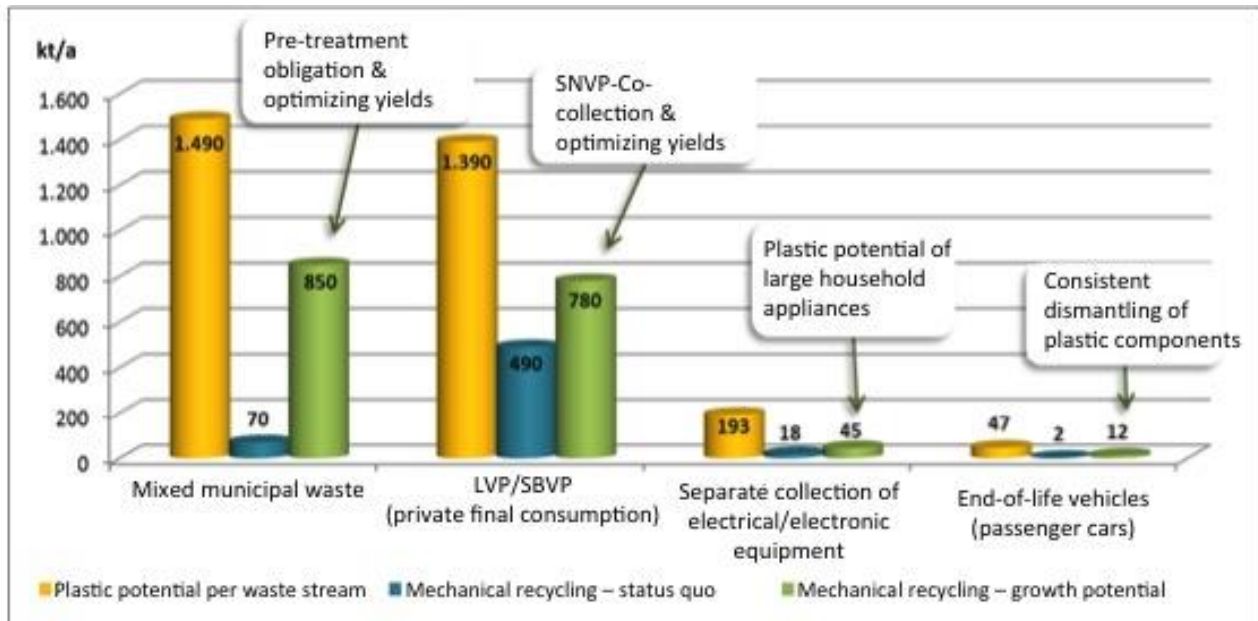
Source: own research

In summary, it turns out that potentials for growth of the amount of plastics mechanically recyclable can be identified for all considered points of origin of waste plastics. The highest theoretically available plastic potentials, amounting to about 1.49 million t, can be found in mixed commercial municipal waste, of which only less than 5 v.-% (70,000 t) are consigned to mechanical recycling.

Investigations have shown that especially by means of a consequent separation of mixed waste streams from industry and private end use, and by optimizing yield, the amount of recycled plastics could be increased significantly (Dehne et al. 2014, Dehoust et al. 2012). In this way, up to 1.6 million t plastics could be generated instead of the plastic amount of about 0.56 million tonnes currently sorted out from light packaging and non-packaging sorting and pre-treatment of mixed commercial municipal waste. This would mean an increase of roughly 1 million tonnes of plastics altogether. Further potentials for growth can be found in the processing of vehicles and waste electrical and electronic equipment, although the amounts are much lower. Up to now, only about 2,000 tonnes or 18,000 tonnes of secondary plastics are separated and consigned to mechanical recycling in these areas. Together these numbers correspond to only 8 v.-% related to the overall plastic potential of both points of origin which amounts to 240,000 tonnes. A consequent dismantling of (large) plastics

components could effect an increase of material separation by a factor of two or even six, depending on collection points.

Figure 9: Growth potentials for mechanical recycling of plastics for selected points of origin



Source: own research

Please note that the green bars indicate the amount of plastics that could be fed into recycling processes assuming that appropriate measures and instruments are implemented.

Identification, Systemation and Discussion of Barriers Which Slow Down an Increase in Mechanical Recycling

Building upon the empirical analysis, central barriers for the identified gaps between possible potentials for the application of secondary raw materials and the current situation have been detected and analysed regarding their causes and mechanisms just as the related effects on the application of secondary plastics. The selection of barriers investigated in the framework of this project are essentially based upon three sources:

- ▶ a comprehensive literature analysis regarding fundamental barriers in recycling/ secondary raw material markets and the specific challenges in the area of plastics
- ▶ the results of a wide-ranging questionnaire survey among plastics recyclers
- ▶ and a series of partially structured expert interviews with actors among the whole recycling chain.

Despite a rising trend in prices for primary raw materials (see Heck et al. 2014) and the associated incentives for recycling, the area of plastic waste presents recycling rates that are far below technical potentials. Amongst other things, this can be traced back to a series of systematic market failures which result from different economic, informatory, legal and institutional characteristics of waste.

From the examination of international recycling markets, Johnstone and de Tilly (OECD 2005, S. 19ff) deduce different market inefficiencies which have a negative impact on the recycling level in general. Especially the availability of information plays a decisive role in this. Contrary to primary raw materials, the quality of secondary raw materials is hard to assess. Examples for quality characteristics

could be contaminations with interfering materials, but also the mixture with other basically valuable materials (as an example, even a small amount of copper in steel scrap has enormous consequences for its further usability). Marginal changes in the degree of purity can turn waste with a positive price into hazardous waste, which has to be disposed with very high costs (this is especially the case for contaminations with hazardous waste). In many areas, this kind of information about waste doesn't exist or gets lost in the course of the product life cycle. If information is available, it is usually asymmetrically distributed between actors. For the informed party, massive economic incentives exist to portray the actual quality of waste more positive than it is. Customers can – if at all – only check this information at prohibitively high costs.

On the basis of the analysed literature, the questionnaire queried for ten aspects if they represent a central barrier to positioning secondary plastics on the market from the respondents' point of view (multiple answers were explicitly allowed). The following table shows the evaluation of all received answers. At this point it already becomes clear that the application of secondary plastics is less linked to individual specific and easily removable obstacles, but rather to a variety of closely interconnected aspects leading to the discrepancy between the presented status quo for Germany and the described potentials. In terms of specifically mentioned aspects, especially highlighted aspects comprised difficulties regarding the availability of input materials (39 %), competition with energy recovery (39 %) and problems when dealing with REACH (32 %) or end-of-waste criteria (29 %). Problems with delivery times, quality demands of the consumer side and fluctuating revenues have only been appointed as central barriers by less than every fifth respondent.

Table 6: Results of the questionnaire survey

Obstacle (multiple responses possible)	Percentage of replies
Difficulties regarding the availability of input material	39 %
Fluctuating revenues	14 %
Competition with energy recovery	39 %
Quality demands on the consumer side in accordance with new goods	14 %
Problems with desired delivery quantities	18 %
Problems with desired delivery time	0
Inconsistent and for the consumer insignificant quality standards for secondary raw materials	25 %
Unclear specifications for end-of-waste demands	29 %
Problems regarding compliance with the REACH regulation	32 %

Source: own research

The inventory of existing legal regulations shows various deficits. Although the impacts of plastic disposal are obvious, even the EU Commission doesn't consider the regulatory framework regarding this important field of waste politics sufficient (European Commission 2013a, 8; European Commission 2014a, recitals 9, 10, 14). The legal EU framework for the treatment of plastic waste

seems, as the analysis shows, insufficient indeed. The valid EU regulations for plastic waste, especially the Waste Framework Directive, the EG Recycled Plastics Regulation (EG) 282/2008, the Packaging Directive 94/62/EG, the ELV Directive 2000/53/EG and 2011/37/E, the WEEE Directive 2012/19/EU, the Ecodesign Directive 2009/125/EG just as the REACH Regulation in their current version don't grant sufficient incentives for a more appropriate use of the potential of plastic wastes for resource protection. The same findings are true on a national level: Although the Law on Life-Cycle-Management and the Packaging Directive have set specific requirements, regulations for the recycling bin and a regulation dedicated to the use of plastic cascades are still missing.

The analysis of legal barriers, geared towards the highest growth potentials for mechanical recycling, especially for plastics in mixed commercial waste and packaging and non-packaging plastics generated in households, reveals deficits in all stages of the waste cycle. In the stage of accrual of plastic, legally binding requirements for separation of specific plastic wastes are already missing. The essential problem in terms of commercial municipal waste is the insufficient separation in practice. Above all, it has to be criticised that the arising mixtures are not consigned to pre-treatment facilities with a minimum standard. Added to this, the pre-treatment of mixtures is not controlled. Take-back obligations for commercial packaging which is not used by the final consumer (§ 7 Packaging Directive) do not include a requirement for separation.

A legal obligation, for example for pure sorting of plastic wastes, is missing at the stage of collection. The increase of plastic-specific recycling shares from the collection systems of WEEE disposal is only supported indirectly by the given quotations according to equipment categories, as it is not related to the amount of plastics a device contains (reference value is always the total amount consigned to recovery in each category). Further deficits to be remarked are the lack of a law for recycled material or legislative standards for their collection (see the statutory ordinance in § 10 (1) No. 3 KrWG).

In terms of sorting and stockpiling, a legal demand for separation of plastic waste (sorting in households, industry, trade and commerce) only exists indirectly as a consequence of standardised quota targets of the respective underlying regulations or laws. At the treatment stage, a first deficit is represented by the fact that the legal regulation proposed according to § 8 (2) KrWG, in which priority or equality of a processing method has to be determined for certain types of waste and requirements to the quality of recycling have to be set (eco-balance considerations), is missing. However, the biggest shortcoming is that the recycling quotas in the Packaging Directive don't set sufficient incentives above the protection rate (36 %). Further obstacles for a higher amount of plastics recycling are the individual processing and industry solutions. This refers to packaging from industry which is often-times not directed to recycling.

Regarding the ELV Directive, the actually existing dismantling requirement for large plastic parts has a positive impact on plastics recycling. Factually, however, it is an obstacle, as it remains almost unused due to the „offered“ exemption (post-shredder-recovery). In fact, only a recycling quota could promote the use of secondary raw materials. In terms of qualitative demands to recovery, a deficit is also assessed in the lack of an enabling provision for the determination of qualitative requirements for recovery in the KrWG. On such a basis, a plastics regulation with the specification of a cascade-like use of plastics could be issued. In the export stage of plastic wastes, which withdraws large amounts of this waste category from the German recycling market, a deficit only exists insofar as that the OECD-regulations require clarification.

Additionally, legal problems arise regarding preparation for reuse or recovery: the effort linked with the REACH-Regime (especially complex questions at the end-of-waste stage) could burden activities of plastics recycling. At this point, there is no obligation in the light of product responsibility to ensure an increased application of recycled materials (§ 23 (2) No. 2 KrWG), as the statutory ordinance of § 23(4) KrWG has not been used yet, or no ordinance for recycle quotas has been introduced in

the §§ 24-26 KrWG. New products with recyclate contents are exposed to high requirements and product liability risks. The analysis of the legal situation for the approval of recyclates according to the REACH Regulation shows, that due to high complexity it takes a high effort to bring recyclates originating from recycling to the market. The high administration cost can be regarded as an obstacle for plastics recycling. The clarification of the identity of recycled materials according to the so-called 80/20 rule and depending on the intended function of its components (polymers and possibly additives) seems arbitrary, at least considering the numerical proportion. For recyclers, the obstacles of the REACH Directive seem too high to obtain the recycling privilege. However, in terms of the restrictions of the use of materials holding an inappropriate risk for human health or environment, it is valid that those don't form a barrier to the application of recyclates in plastic recycling enterprises. Further legal barriers indicated are the missing economic needs testing in immission control licensing procedures according to § 35(1) KrWG for bigger waste incineration facilities.

Based on the analysis of the different economic, informatory and legal/institutional obstacles for the application of secondary raw materials, a comparative assessment in terms of relevance of the individual points has been conducted. A differentiation was made between central constraints with significant volume relevance (+++), medium constraints with recognizable volume relevance (++) and further constraints with unclear volume relevance (+), whereas "unclear" can also mean "relevant, however not seriously assessable within this study" (e.g. in case of behavioural changes through communication campaigns). In the area of economic constraints, especially the current competition with energy recovery has to be mentioned (however, it is restrictively noted that in the framework of the investigations, no estimations stretching over the whole life cycle were made regarding the ecologic advantages of material recovery of all plastic wastes). Further relevant obstacles to be mentioned are the small-spatial market structures in the area of plastic recycling and the outflows through export – however, in both cases a trend is visible showing that these obstacles will lose significance in the future.

As for the informatory obstacles, relevant insecurities about the actual quality of plastic wastes still exist (e.g. with a view on contaminants, composition etc.) at the different intersections along the value chain. However, even here it can be witnessed that this barrier is already taken up and addressed by different actors with the help of certification measures, labels etc. Only primary materials still play a role in individual cases, although they don't form an essential barrier in the investigated fields. The increasing complexity of products containing plastic should be assessed as significantly more relevant, whereas especially the high number of specific plastic types applied in small amounts complicates a high-quality recycling. However, to be viewed as central in this regard is the lacking appreciation of secondary plastics by consumers who are not sufficiently sensitized for the environmental advantage linked to recyclates.

Considering legal obstacles, it shows that these only oppose the use of secondary plastics in exceptional cases, while they complicate it in several areas. In this regard it has to be referred to the necessary balance between an environmental interest in the application of recyclates and at the same time the protection of consumers and the complete exclusion of health risks in the area of end-of-waste criteria. Moreover, it is obvious that e.g. non substance specific recovery quotas don't set a sufficing incentive in many areas to collect plastic waste separately and purely, which would make their recovery and application as secondary plastic much more attractive economically.

Table 7: Comparative overall evaluation concerning the relevance of quantity of the obstacles

Obstacle	Evaluation	Future significance
Economic Obstacles		
Competition with energy recovery	+++	
Small-scale market structures	++	Erkennbarer Konzentrationsprozess und zunehmende Professionalization
Price volatility	+	
Outflows of waste to export	++	Clearly decreasing significance due to Green Fence and increasing waste generation in China
Informatory obstacles		
Complexity of products	++	
Insecurities about waste qualities Collection/ recovery	++	
Insecurities about waste qualities Recovery/ customer	++	Recognizable change from push to pull strategies
One-sided quality demands	+	
Image problem secondary plastics	+	
Legal/ institutional obstacles		
Deficient separation quota	++	Regulations for separate collection in the new KrWG
Deficient regulations for dry storage	+	
Non-plastic-type-specific quotas	+++	
Implementation deficits in export control of plastic waste	++	
Additional costs through REACH	++	Decreasing significance through learning curve effects

Source: own research

The different described and analysed obstacles don't act in an isolated manner in reality, but are rather interconnected in various ways. Especially the competition with energy recovery can be viewed as a trigger or exacerbating factor for various other obstacles. The possibility of a more economically profitable exploitation of plastic for energy recovery compared to material recycling leads to the situation that quality standards geared towards the needs of the plastic processing industry have not been developed yet to an appropriate degree. Similarly, measures for the reduction of the number of applied plastic types per product or their recycling friendly application in product design only have a very limited significance when a big part of plastic wastes is incinerated anyway. The insecurities which can be witnessed for various plastic types regarding quality at the interface between recyclers

and plastic processing industry can be traced back to the still very small-scaled market structure described, apart from dumping prices in incineration. The plastic processing sector, characterized by small and medium enterprises (SME), has only been able to grant ongoing specific quality parameters comparable to primary plastics in individual cases.

Development of Instruments and Measures Towards Increasing the Use of Secondary Plastics

Building upon the analysis of potentials for an increased material recovery of plastics and the obstacles identified, the final work package was dedicated to developing measures and instruments which

- ▶ derive the different types of plastics from waste,
- ▶ consign it to high-quality recovery and
- ▶ promote their application as secondary raw material

These subgoals each require specific instruments which are also able to consider the respective differences for individual plastic types. The objective is, however, to develop integrated sets of measures whose individual elements support each other, and who altogether aim at the development of a self-supporting innovation dynamic. In the framework of this work package, economic, legal and informatory/ institutional instruments have been discussed and tested for their legal feasibility.

Initially, preliminary work in Germany and abroad, which has already investigated instruments for the increase of secondary raw material use from different viewpoints, has been analysed. The analysis of the already presented study shows, that there is no instrument recognizable in the literature which is capable of addressing the complex constraints in the area of use of secondary plastics on its own. Thus it is necessary to develop a policy mix which addresses different adjusting screws along the value chain. Furthermore, it has to be noted that a series of instruments are discussed on a partially very abstract level, which hardly enables a specific evaluation of possible effects and their feasibility.

In the second step, specific instruments have been identified and evaluated by means of a consistent analysis framework. In the following, the individual instruments have been investigated with a view on the following aspects:

- ▶ Description of the general mechanism of action
- ▶ Relation to the identified obstacles
- ▶ Legal regulations
- ▶ Connecting factors
- ▶ Examples for successful implementation (other countries, different materials etc.)
- ▶ Estimation of the effects depending on arrangement
- ▶ Feasibility

The following table gives an overview over the investigated instruments and the evaluations of volume effect (+++ high, ++ medium and + low effects) and feasibility (+++ relatively easy, ++ medium and + low feasibility). It shows that the instruments with high volume effects usually present more difficulties in the implementation at the same time.

Table 8: Final evaluation of the investigated instruments

Evaluation of the instrument			
No	Instrument	Volume effects	Feasibility
1	Plastics specific quotas for specific products/ waste streams		
	ELV	++	+++
	Large household equipment	++	++
2	Tax / fee on the incineration of plastic waste	++ - +++ (Depending on amount of the charge)	+
3	Minimum recycle quotas for plastics		
	3.1 Minimum recycle quota in the area of construction	+++	++
	3.2 Minimum recycle quota in the area of electronics	++	+
4	Deposit-refund-systems for products containing plastic		
	4.1 Expansion of the mandatory deposit to all areas of beverages	++	++
	4.2 Mandatory deposit for small electric and electronic devices with the example of mobil phones	+ (Only plastics), +++ (Consideration of all materials)	+
5	Image campaign "Attaching value to plastic"	+	+++
6	Pre-treatment requirement for mixed commercial waste	+	+++
7	Regulations for the separate collection of products containing plastic	+	++
8	Reduced VAT rates for products containing recyclates	++	++
9	9.1 Further development 'Blauer Engel'	+	+++
	9.2 Mandatory label for plastic recycle use	++	++
10	Regulations for public procurement		

	10.1 Orientation towards ‚Blauer Engel‘ plastic recyclate	+	++
	10.2 Admission standards for sustainable construction	++	++
11	Improvement of recyclability		
	11.1 Voluntary industry processes	++	+++
	11.2 Binding Ecodesign standards	+++	+
12	Funds for the promotion of mechanical plastic recycling	++	++

The analysis of the various instruments clearly shows that the complex technical, economic, regulatory and informational barriers can not be overcome by a single instrument if an increased use of secondary raw materials is intended. In fact, a long-term process adjusting various central levers is required to achieve this goal.

Against this background, three core strategies aiming at a continuous improvement regarding the use of secondary raw materials are described in the following. The integration of the individual instruments to these three core strategies highlight the need for coordinated action and thus provides a glimpse into possible synergies.

Core strategy 1: "Push"

The first core strategy aims at increasing the collection rate of separated plastic waste according to type, which then becomes available for the mechanical recycling. An increase of these quantities may be regarded as a necessary condition for an increased use of secondary raw materials but as previously shown, this alone will not result in a higher use of secondary raw materials under the given conditions. Nevertheless, this push-strategy may lead to economies of scale, that increase incentives for the use of secondary plastic at lower unit costs.

Core strategy 2: "Pull"

The second core strategy is focused on increasing the demand for secondary plastics. The theoretically available potential for secondary plastics exceeds the demand by far. Obviously, economic incentives of switching to secondary plastics are not yet significant enough for most plastic types and uses. The instruments presented here are therefore intended to either lower prices of secondary plastics or strengthen the public sector as its major consumer.

Core strategy 3: "Market development"

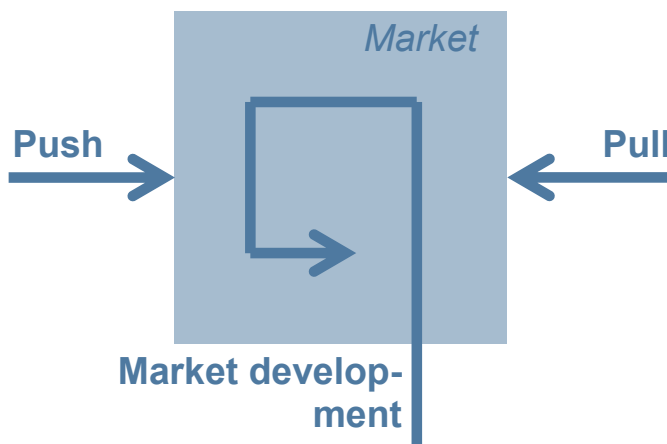
In addition to the more traditional approaches of increasing supply and demand of mechanical recycling ("push" and "pull"), the need of a third strategy, which relies on a continuous market development, becomes clear. The development of an environment in which supply and demand are matched in the most cost efficient way, has been identified in work package 3 as a major constraint. At the

same time, the example of secondary-PET shows that measures aiming at simplifying the definition or standardization of quality standards can represent a significant driver of mechanical recycling. As regards the recycling of plastic waste, the need and effectiveness of such measures was for instance, identified by the OECD: "Encouraging ever-higher recycling rates in an imperfect market may impose very high social welfare costs. In such cases it may be far less costly to address the imperfection within the market than to try and bring about increased recycling rates through increasingly ambitious recycling programmes." (OECD 2005, p. 4).

The purpose of such policies can not only be limited to the definition of quality standards etc. by the public sector. These can only be developed through the exchange and interaction of plastic recyclers and the processing industry. The focus of the core strategy lies on the development of a framework that will reduce the various transaction costs which are still constraining the use of secondary plastics.

The following figure illustrates the necessary interplay of the three core strategies and their different approaches. A successful policy mix must include specific instruments aiming at both the demand and supply side. Additionally, the framework conditions must be strengthened enabling the efficient exchange between the two market sides.

Figure 10: Core strategies towards increasing the use of secondary raw materials



Source: Own representation

Based on these considerations towards the development of a policy mix to increase the use of secondary raw materials, it can be noted that on one hand a number of potential approaches can be identified and on the other hand none of the instruments identified is able to address the multiple barriers to the desired extent single-handedly. In this respect, the need for a coordinated, long-term approach becomes apparent.

The described push, pull and market development strategies can be viewed as the basic structure to develop the identified technical potential for systematically boosting the use of secondary plastics. At the same time, the increased use of secondary raw materials requires a functioning market process for which the right framework conditions must be set without enforcement. Secondary plastics still lack economic competitiveness in many areas for various reasons, therefore processes may be initiated which will only be reflected in the form of higher market share in the medium term.

A successful policy mix requires a balance of market-based, regulatory and informational instruments which were described here in detail: This also demonstrates the complexity of technical, economic, informational and legal barriers that need to be addressed in each case specifically. In addition,

it is also clear that such a policy mix requires a more coordinated approach from the local to the European level.

The need for coordination increases continuously along the value chain starting from often regulated local areas under the Local Self-Government waste collection point, over the waste legislation which is primarily defined on the national level but implemented at the Federal State level to finally, the use of secondary plastics that is often determined through common European or even global decisions. As a result of this project, it can be noted that the European Commission's specification of waste (for example under the Roadmap to a Resource Efficient Europe, European Commission 2013) requires a significantly improved coordination on these individual levels, which would go beyond the view of plastic.

1 Ziel des Forschungsvorhabens

Kunststoffabfälle, die bei der Erzeugung und Verarbeitung anfallen, werden aufgrund der hohen Sortenreinheit maßgeblich in den Produktionsprozess zurückgeführt oder extern werkstofflich verwertet. Im Gegensatz dazu werden die nach dem Produktgebrauch anfallenden Kunststoffabfälle in deutlich geringerem Umfang einer werkstofflichen Verwertung zugeführt (WRAP 2008). Stattdessen werden diese Abfälle in der Bundesrepublik Deutschland überwiegend energetisch verwertet. Die Ursache für diese unbefriedigende Situation ist vielschichtiger Natur.

Kunststoffe sind Chemiewerkstoffe, denen für konkrete Einsatzzwecke eine Vielzahl unterschiedlicher Additive beigemischt wird. Diese Zusatzstoffe können die Recyclingfähigkeit generell oder für bestimmte, sensible Einsatzzwecke (z.B. Einsatz von Rezyklaten in Lebensmittelverpackungen (Franz 2008) einschränken. Angefangen von der Schwierigkeit, aus gemischt gesammelten und vielfältig bei der Produktion modifizierten Kunststoffen möglichst sortenreine Rezyklate herzustellen bis hin zur Wirtschaftlichkeit und Konkurrenzsituationen gibt es deshalb viele objektive und subjektive Hemmnisse, die einer Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen entgegenstehen.

Vor diesem Hintergrund zielt das Forschungsprojekt auf die Entwicklung praxisnaher und umsetzbarer Maßnahmen und Instrumente, die eine Steigerung der werkstofflichen Verwertung für die nach dem Gebrauch im Gewerbe und bei Haushalten anfallenden wertstoffhaltigen Abfälle, schwerpunktmäßig Kunststoffabfälle, bewirken. In diesem Zusammenhang ist zu untersuchen, ob und unter welchen Rahmenbedingungen Sekundärrohstoffe aus dem Produktabfall in möglichst großem Umfang generiert und genutzt werden können.

Im Detail werden mit diesem Forschungsvorhaben folgende Teilaspekte herausgearbeitet:

- ▶ Identifizierung der zu untersuchenden, werkstofflich verwertbaren Abfallströme,
- ▶ Analyse der Ist-Situation der werkstofflichen Verwertung in Bezug auf Mengenströme und derzeitige Einsatzbereiche mit Schwerpunkt des Einsatzes von Sekundärkunststoffen,
- ▶ Analyse und Bewertung des Standes der Aufbereitungs- und Verwertungstechnik sowie absehbarer technischer Entwicklungen,
- ▶ Ermittlung von Steigerungspotenzialen für die werkstoffliche Verwertung der untersuchungsrelevanten Abfälle differenziert nach Anfallstellen,
- ▶ Identifizierung, Systematisierung und Diskussion von Hemmnissen, die einen Anstieg der werkstofflichen Verwertung bremsen,
- ▶ Ableitung von umsetzbaren Maßnahmen und Instrumenten, die eine Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen bewirken.

2 Methodik

Für die Ermittlung von Informationen zum Aufkommen und der Entsorgung der zu untersuchenden Abfälle wurden unterschiedliche Studien und Statistiken ausgewertet.

Für die intensivere Betrachtung der Kunststoffe bildet die Studie „Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland“ eine wesentliche Datenbasis für dieses Projekt (Consultic 2012). Diese Branchenanalyse wird in einem zweijährlichen Rhythmus mit Unterstützung der Branchenverbände aktualisiert. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurden Daten für den Bezugszeitraum 2011 ausgewertet.

Darüber hinaus stützen sich die verarbeiteten Informationen u.a. auf folgende Quellen:

- ▶ Statistisches Bundesamt (Abfallentsorgung 2010 - Fachserie 19 Reihe 1, Außenhandelsstatistik 2011),
- ▶ Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2011 (GVM - Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH),
- ▶ Analyse und Fortentwicklung der Verwertungsquoten für Wertstoffe (Öko-Institut e.V., HTP GmbH & Co KG),
- ▶ Fahrzeugzulassungen 2011 (Kraftfahrtbundesamt),
- ▶ Verfügbare Ergebnisse von Abfallanalysen und Anlagenbilanzierungen.

Für die Ermittlung von Informationen hinsichtlich erzeugter Rezyklatmengen und deren Einsatzbereichen wurde im Jahr 2013 zusätzlich eine Befragung durchgeführt. Diese richtete sich schwerpunktmäßig an Unternehmen, die maßgeblich vorsortierte Altkunststoffe aus dem Produktabfallbereich zu Mahlgut, Agglomerat oder Regranulat aufbereiten. Mit Unterstützung des Bundesverbandes Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (bvse) wurde eine Liste der in Frage kommenden Unternehmen zusammengestellt; insgesamt wurden bundesweit 132 Fragebögen verschickt (siehe Anhang 1). Neben allgemeinen Informationen zum teilnehmenden Unternehmen umfasst der Fragebogen umfassend folgende Themenbereiche (Anhang 2):

- ▶ Verfahren und Technikeinsatz der werkstofflichen Aufbereitung von Kunststoffabfällen,
- ▶ genehmigte Kapazität sowie Angaben zu den verarbeiteten Kunststoffabfallmengen,
- ▶ Differenzierte Angaben zum Input:
- ▶ Produktabfallmenge und Herkunftsbereich der untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten,
- ▶ Differenzierte Angaben zum Output:
- ▶ Menge des erzeugten Rezyklats je Kunststoffsorte, Einsatzbereiche der Rezyklate, Vertriebswege (direkt / indirekt), Exportanteile sowie
- ▶ Absatzhemmnisse aus Sicht des Verwerter.

Der Rücklauf lag bei 40 Rücksendungen, das entspricht einer Quote von etwa 30 %. Insgesamt wurden 29 Fragebögen ausgefüllt, davon konnten 25 Fragebögen⁷ hinsichtlich der oben genannten Fragestellungen (u.a. Rezyklatmengen und -einsatzbereiche) ausgewertet werden. Vier Unternehmen gaben an, ausschließlich Abfälle aus der Kunststoffproduktion und -verarbeitung aufzubereiten, die nicht Gegenstand der Untersuchung waren. Dies wurde im Rahmen der Auswertung berücksichtigt.

⁷ Teilweise werden in diesen Unternehmen auch Produktionsabfälle verarbeitet. Die Aufbereitung dieser Abfälle ist nicht Bestandteil dieser Untersuchung, Mengenangaben hierzu werden im Rahmen der Auswertung nicht berücksichtigt.

Insgesamt 11 Fragebögen kamen unausgefüllt zurück. Begründet wurde dies überwiegend damit, dass die Befragten eine andere als die abgefragte Tätigkeit ausüben, z.B. Kunststoffabfälle ausschließlich handeln oder bereits zu Rezyklaten aufbereitetes Material veredeln, und somit nicht zum Informationsgewinn beitragen konnten.

Die Umfrageergebnisse werden nachfolgend in aggregierter Form in den entsprechenden Kapiteln eingebunden.

Neben umfangreicher Recherche und der Durchführung der Fragebogenaktion bildeten projektbegleitende Fachgespräche und Experteninterviews einen weiteren bedeutenden Aspekt in der Bearbeitung dieses Forschungsprojektes. Für die Mitwirkungsbereitschaft der TeilnehmerInnen und InterviewpartnerInnen möchten wir uns an dieser Stelle herzlich bedanken.

3 Untersuchungsgegenstand

3.1 Anfallstellen

Im Fokus dieser Forschungsarbeit steht die Untersuchung von Abfällen, die nach dem Gebrauch in Haushalten sowie im Gewerbe anfallen, die sogenannten Produktabfälle. Differenziert nach der Anfallstelle und der Art der Erfassung zählen hierzu:

- ▶ getrennt erfasste Abfälle aus Haushalten (Leichtverpackungen sowie stoffgleiche Nichtverpackungen),
- ▶ sortenreine, getrennt erfasste Abfälle aus dem Gewerbe und Baubereich
- ▶ gemischte Abfälle aus Haushalten, z.B. aus dem Sperrmüll,
- ▶ gemischte Bau- und Gewerbeabfälle (gemäß GewAbfV),
- ▶ Abfälle aus dem Elektro-/Elektronikbereich sowie dem Fahrzeugsektor.

Sortenrein und getrennt erfasste Kunststoffabfälle aus der Landwirtschaft bleiben im Rahmen dieses Forschungsprojektes unberücksichtigt. Seit 2010/2011 existiert das bundesweit erste Rücknahmesystem⁸ für die Entsorgung von Folien, Ballennetzen und Garnen. Ein kostenpflichtiger Holservice sammelt die Folien ein und führt diese einer stofflichen Verwertung zu. Um die Verwertungsmengen bundesweit flächendeckend zu erhöhen, erarbeitet die Interessenvereinigung Kunststoffverpackungen e.V. (IK) zusammen mit Herstellern und Händlern derzeit eine freiwillige Selbstverpflichtung für die Rücknahme und Verwertung von Agrarfolien (IK 2013). Ab dem Jahr 2014 wird das freiwillige Rücknahmesystem ERDE eingeführt. Finanzielle Anreize für die Händler und Bonussysteme für die Landwirte beim Neukauf sollen dabei die Rückführung der Erntefolien sicherstellen.

3.2 Kunststoffsorten

Schwerpunktmäßig wird im Rahmen dieser Forschungsarbeit eine Auswahl unterschiedlicher Kunststoffsorten betrachtet. In der nachfolgenden Tabelle werden die zu untersuchenden Kunststoffsorten unter Angabe der jeweiligen Anwendungen und Haupteinsatzbereiche dargestellt. Es handelt sich hierbei ausschließlich um Thermoplaste, die sich aufgrund ihrer Eigenschaften für eine werkstoffliche Verwertung eignen und deren Einsatz als Sekundärkunststoff noch gesteigert werden kann.

Tabelle 9: Anwendungsbeispiele und Haupteinsatzzwecke der zu untersuchenden Kunststoffsorten

Kunststoffsorte	Anwendungen (Beispiele)	Haupteinsatzbereich(e) (Anteil der Verarbeitungsmenge)
Polyamid (PA)	Motorabdeckung, Türgriffe, Radkappen, Gehäuse von Elektrogeräten, Steckdosen	Fahrzeug (ca. 46 Ma.-%) Elektro/Elektronik (ca. 24 Ma.-%)
Polycarbonat (PC)	Glasersatz, Schutzscheiben, optische Linsen und Brillengläser, optische Datenträger (CDs und DVDs)	k. A.

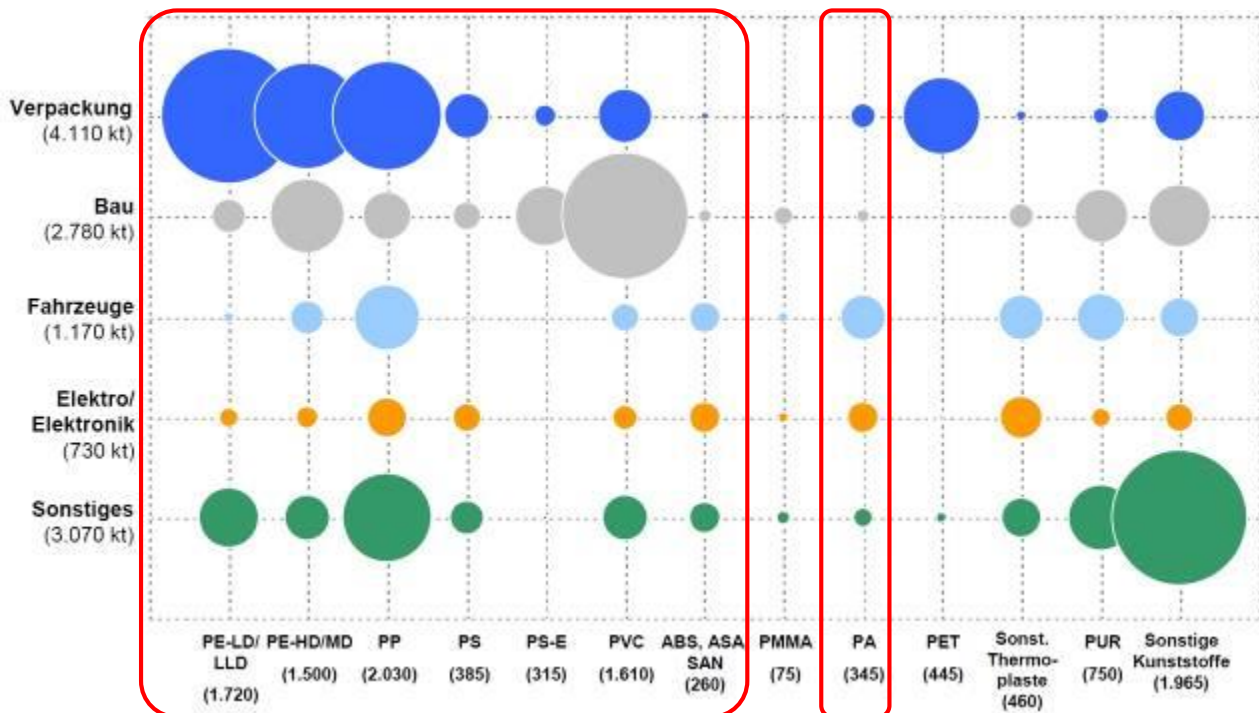
⁸ Rücknahmesysteme der Gesellschaft zur Rückführung industrieller und gewerblicher Kunststoffverpackungen mbH (RIGK) „Pelle“ für Agrarfolien und „Netti“ für Netze und Garne aus dem landwirtschaftlichen Bereich.

Kunststoffsorte	Anwendungen (Beispiele)	Haupteinsatzbereich(e) (Anteil der Verarbeitungsmenge)
Polyethylen hoher Dichte (PE-HD)	Verpackungen, Hohlkörper, Spritzgussteile, Folien für den Deponiebau, Rohre für den Wasserbau	Verpackungen (ca. 54 Ma.-%) Bau (ca. 27 Ma.-%)
Polyethylen niedriger Dichte (PE-LD)	Verpackungsfolien, Müllsäcke	Verpackungen (ca. 76 Ma.-%)
Polypropylen (PP)	Lebensmittelverpackungen, Armaturenblecher, Fahrradhelme, Draht- und Kabelummantelungen, Rohrleitungen	Verpackung (ca. 42 Ma.-%) Fahrzeug (ca. 16 Ma.-%)
Polystyrol (PS)	Verpackungen, CD-Hüllen, Gehäuse von Elektro-/Elektronikgeräten	Verpackungen (ca. 42 Ma.-%) Elektro/Elektronik (ca. 17 Ma.-%)
expandiertes Polystyrol (PS-E)	Wärmedämmung, Lebensmittelverpackungen und Verpackungshilfsmittel	Bau (ca. 86 Ma.-%) Verpackungen (ca. 13 Ma.-%)
Polyvinylchlorid (PVC) – Weich-PVC und Hart-PVC	Bodenbeläge, Folien, Schläuche, Isolierungen, Fensterprofile, Rohre	Bau (ca. 70 Ma.-%)
Styrol-Acrylnitril (SAN)	Reflektoren, Gerätegehäuse, Spielwaren, Industrietore, Haushaltswaren, Duschkabinnenwände	Fahrzeug (ca. 31 Ma.-%) Elektro/Elektronik (ca. 31 Ma.-%)
Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS)	Armaturen (mit metallischer Beschichtung), Batteriekästen, Schutzhelme, Gehäuse von Elektrogeräten, Musikinstrumente, Spielzeug (z.B. Lego-Steine)	
Acrylester-Styrol-Acrylnitril (ASA)	Teile der Kaffeemaschine, Mikrowelle	

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach Consultic 2012

Aus der nachfolgenden Abbildung geht hervor, dass die Kunststoffsorten PE-LD, PE-HD und PP maßgeblich im Bereich Verpackungen eingesetzt werden, gleiches gilt für die Kunststoffsorte PS, jedoch in deutlich geringerer Menge. Das Haupteinsatzfeld für PVC ist dagegen der Bausektor, auch die geschäumten Polystyrole werden maßgeblich für Anwendungen im Baubereich eingesetzt. Die sogenannten technischen Kunststoffe ABS, ASA, SAN werden wie auch die Kunststoffsorte PA überwiegend im Fahrzeugsektor sowie im Bereich Elektro/Elektronik eingesetzt.

Abbildung 11: Kunststoffverarbeitung der untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten nach Branchen im Jahr 2011, Angaben in kt



Quelle: Consultic 2012

Die Kunststoffsorten Polyethylenterephthalat (PET), Polyurethan (PUR) und Polymethylmethacrylat (PMMA) sind nicht Gegenstand dieses Forschungsprojektes. Insbesondere beim Recycling von PET sind keine Steigerungen zu erwarten. PET wird fast ausschließlich als Verpackungsmaterial eingesetzt und in diesem Bereich überwiegend für Getränkeverpackungen. In Deutschland hat sich das Rücknahmesystem für Einweg-Getränkeverpackungen etabliert; die Rücklaufquote liegt bei über 90%. Gleichwohl ist einschränkend anzumerken, dass das Recycling von Verpackungsschalen aus PET aufgrund anderer Materialzusammensetzungen und -eigenschaften (z.B. Barrierschichten) erschwert wird und Schalen in der Praxis meist nicht werkstofflich verwertet werden. In diesem Bereich sind Maßnahmen notwendig, um ein hochwertiges Recycling auch von PET-Schalen zu ermöglichen. Eine Betrachtung dieses PET-Teilstroms findet im Rahmen des Projektes jedoch nicht statt. Das Recyclingpotenzial von PUR wurde in den vergangenen Jahren bereits eingehend untersucht, eine erneute Betrachtung entfällt aus diesem Grunde im Rahmen dieser Forschungsarbeit (Böhme 2011, ISOPA 2013). Die Kunststoffsorte PMMA ist in der Herstellung bereits mengenmäßig von untergeordneter Bedeutung (Abbildung 11) und bleibt daher ebenfalls unberücksichtigt.

Im nachfolgenden Text umfasst der Begriff Kunststoffsorten die im Rahmen dieser Forschungsarbeit zu untersuchenden Kunststoffe PE-LD, PE-HD, PC, PP, PA, PS, PS-E, PVC, ABS, ASA sowie SAN.

3.3 Faserverbundkunststoffe

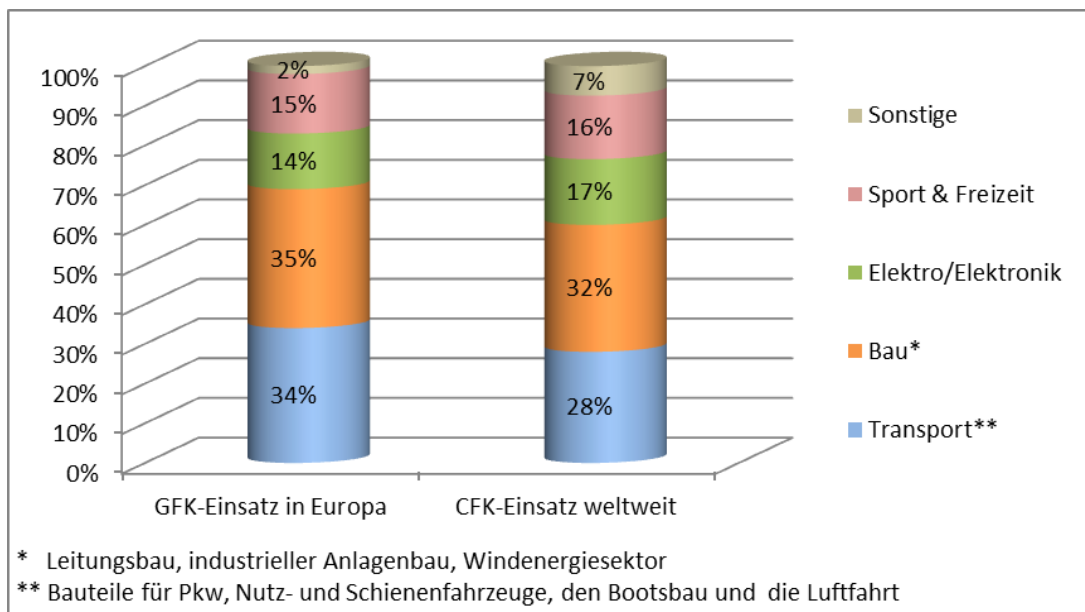
Zusätzlich zu den bereits vorgestellten Kunststoffsorten wird die Gruppe der faserverstärkten Kunststoffe aufgrund der wachsenden Nachfrage am Markt der Vollständigkeit halber mit aufgenommen. Die folgenden Ausführungen geben einen Überblick über die Einsatzbereiche und Produktionsmengen der gängigen Faserverbundkunststoffe.

Faserverbundkunststoffe sind eine Kombination aus einer Kunststoffmatrix und darin eingebetteten Verstärkungsfasern. Die Matrix besteht vornehmlich aus thermo- oder duroplastischen Kunststoffen,

als Fasermaterial kommen überwiegend in Glasfasern, aber mit zunehmender Bedeutung auch Carbon- und Holzfasern zum Einsatz. Je nach Herstellungsverfahren und Kombination der Matrix- und Faserwerkstoffe lassen sich hochspezialisierte Werkstoffe herstellen, die sich insbesondere durch ein geringes Gewicht und eine hohe Festigkeit auszeichnen.

Die Einsatzbereiche insbesondere für Glas- und Carbonfaser verstärkte Kunststoffe sind sehr vielfältig und umfassen maßgeblich technische Anwendungen in der Luft- und Raumfahrtindustrie, im Automobil- und Bootsbau, im Anlagen- und Maschinenbau sowie im Windenergiesektor (Lässig et al. 2012). Aber auch im Bereich der Sport- und Freizeitgeräteherstellung sowie der Produktion von elektronischen Bauteilen sind diese faserverstärkten Kunststoffe etabliert.

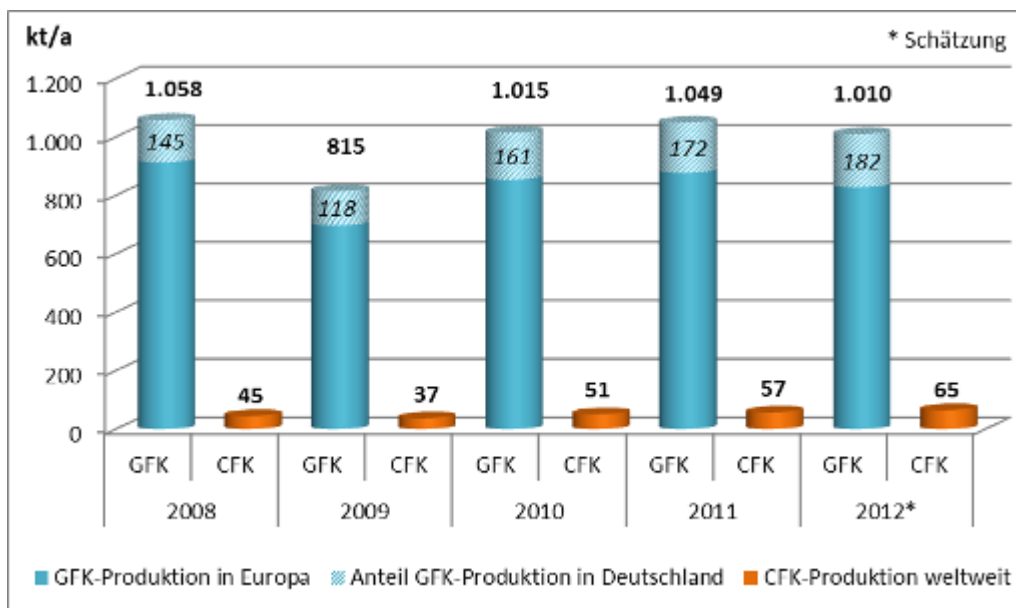
Abbildung 12: Einsatzbereiche für faserverstärkte Kunststoffe



Quelle: Witten et al. 2012

Im Mittel werden in Europa jährlich rund 1 Mio. Tonnen glasfaserverstärkte (GFK) produziert, knapp ein Fünftel davon in Deutschland (schätzungsweise rund 180.000 t im Jahr 2012) (Witten et al. 2012). Im Vergleich dazu liegt die weltweite Produktion carbonfaserverstärkter Kunststoffe (CFK) unter 70.000 t/a.

Abbildung 13: Entwicklung der in Europa produzierten GFK-Mengen und weltweit produzierten CFK-Mengen



Quelle: Witten et al. 2012

Etwa 95 % der insgesamt in Europa produzierten Faserverbundkunststoffe entfallen auf die glasfaserverstärkten Kunststoffe (GFK) (Witten et al. 2012).

Carbonfaserverstärkte Kunststoffe gewinnen jedoch zunehmend an Bedeutung. Insbesondere aufgrund des geringeren Gewichts und der höheren mechanischen Festigkeit und Steifigkeit im Vergleich zum Werkstoff GFK werden carbonfaserverstärkte Kunststoffe für bestimmte Anwendungen bevorzugt eingesetzt.

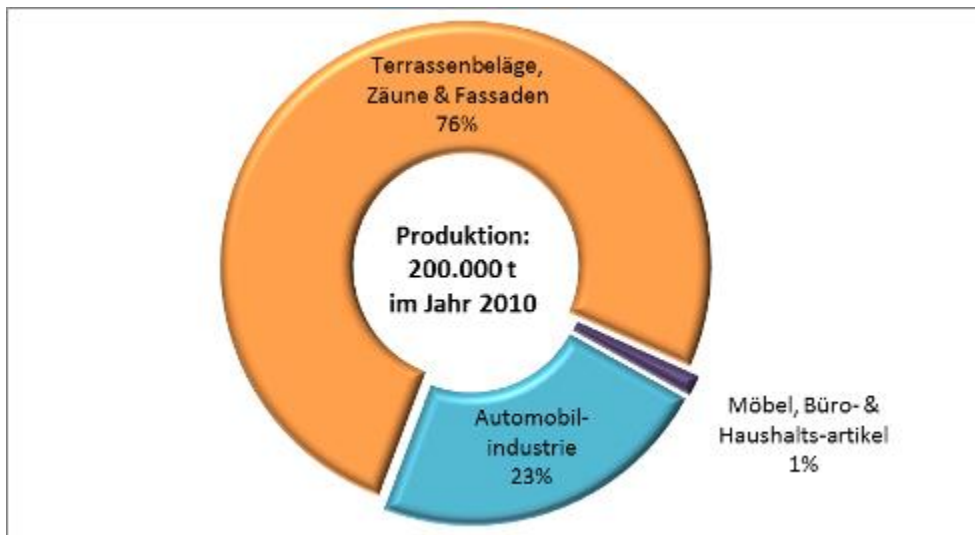
Der Automobilhersteller BMW setzt beispielsweise beim Bau eines für die Serienproduktion bestimmten Elektroautos (BMW i3) auf Fahrgastzellen aus CFK (BMW 2012). Die Luftfahrtindustrie entwickelt Flugzeuge (Boing B787, AIRBUS A350), deren Anteil an CFK-Bauteilen nahezu 50 % des Strukturgewichtes ausmachen (JCMA 2013).

Im Zuge von Repowering-Maßnahmen im Windenergiesektor werden ältere Windkraftanlagen gegen leistungsstärkere Anlagen ausgetauscht. Die neue Anlagengeneration ist höher und verfügt über Rotor Durchmesser von mehr als 100 m (BWE 2012). Bisher wurde maßgeblich GFK für die Fertigung der Rotorblätter eingesetzt. Da CFK jedoch eine höhere Steifigkeit aufweist, führt die Entwicklung hin zu längeren Rotorblättern langfristig zu einem Anstieg der verarbeiteten CFK-Menge. Im Ergebnis der Repowering-Maßnahmen fallen alte Rotorblätter und damit glasfaserverstärkter Kunststoff als Abfall an. Für Deutschland rechnet Albers et al. 2009 im Zeitraum von 2020 bis 2034 mit einem Aufkommen zu entsorgender Rotorblätter zwischen etwa 13.000 und 33.000 t/a.

Darüber hinaus sind an dieser Stelle auch die mit Holzfasern verstärkten Kunststoffe zu nennen, die sogenannten Wood Plastic Composites (WPC). Per Definition handelt es sich hierbei um „thermoplastisch verarbeitbare Verbundwerkstoffe, die aus unterschiedlichen Anteilen von Holz, Kunststoffen und Additiven bestehen und durch thermoplastische Formgebungsverfahren, wie z. B. Extrusion, Spritzguss oder Presstechniken, verarbeitet werden können“ (Vogt et al. 2006). Der Holzanteil beträgt etwa 60 – 85 % und besteht aus Frischholz, Nebenprodukten der Holzindustrie (z.B. Sägemehl) oder auch aufbereitetem Altholz. Für die Kunststoffmatrix (Anteil 15 – 40 %) werden überwiegend PE, PP oder PVC eingesetzt.

Die wohl bekannteste Anwendung ist die Fertigung von Terrassendielen. Darüber hinaus werden aus diesem Werkstoff auch Möbel, Bauprofile (u. a. Regale) und Verkleidungen/Abdeckungen für den Automobilbau gefertigt. Während WPC-Produkte in den USA bereits seit den 1990er Jahren erfolgreich vermarktet werden, ist eine steigende Nachfrage in Europa erst seit etwa dem Jahr 2000 zu verzeichnen. Das europäische Marktvolumen stieg von rund 5.000 t im Jahr 2005 auf rund 220.000 t im Jahr 2010, davon wurden allein rund 100.000 t/a in Deutschland produziert - Tendenz weiter steigend. Zum Vergleich: in den USA beträgt die WPC-Produktionsmenge ca. 1,5 Mio. t/a. (nova-Institut 2012).

Abbildung 14: Produktionsmengen unterschiedlicher Einsatzbereiche in Europa im Jahr 2010



Quelle: nova-Institut 2012

3.4 Weitere Wertstoffe

In Abstimmung mit dem Umweltbundesamt als Forschungsgeber werden im Rahmen dieses Projektes neben den Kunststoffen ausgewählte NE-Metalle betrachtet. Dabei wird auf eine detaillierte Untersuchung analog dem Bereich Kunststoffe verzichtet. Stattdessen wird am Beispiel der ausgewählten NE-Metalle geprüft, ob die entwickelten Maßnahmen und Instrumente zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen auf Sekundär-NE-Metalle übertragbar sind.

Der Begriff NE-Metalle umfasst eine Vielzahl von Metallen und Metalllegierungen mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften sowie Ausgangsbedingungen hinsichtlich der Kreislaufführung. Daher war eine möglichst repräsentative Auswahl zu treffen.

Im Zusammenhang mit den Forschungsprojekten des Umweltbundesamtes „Materialeffizienz und Ressourcenschonung“ (hier vor allem AP 2 zu umweltrelevanten Ressourcen) (Wittmer et al. 2012) und „Abfallwirtschaftliche Produktverantwortung unter Ressourcenschutzaspekten (RePro)“ (UBA 2012) wurde für verschiedene NE-Metalle bereits eine umfassende Datenbasis erarbeitet. Die Vorarbeiten dieser Projekte werden für die Auswahl repräsentativer NE-Metalle herangezogen. Als Auswahlkriterien dienen die Indikatoren Recyclingquote, Recyclingfähigkeit und Umweltrelevanz. In Tabelle 10 sind hierzu verschiedene NE-Metalle aufgeführt.

Zu den Auswahlkriterien ist folgendes zu erläutern:

- ▶ Die Recyclingquote bezieht sich auf Angaben des International Resource Panel und stellt die aktuell, global erzielten Recyclingquoten für Produktabfälle dar.
- ▶ Die Klassifizierung der Recyclingfähigkeit eines Rohstoffes erfolgt in Anlehnung an ITZ/adelphi 2011, wobei die Anteile eines Rohstoffes in seinen wesentlichen Verwendungen mit spezifischen

Faktoren für die Recyclingfähigkeit gewichtet werden. Die Angaben erfolgen in einem Spektrum von 0 bis 1, wobei 1 ein physikalisch nahezu unmögliches Recycling bedeutet und 0 eine Kreislaufführung, die allein durch aktuelle Marktanreize vollständig gesichert sein sollte.

- Für die Umweltrelevanz der Rohstoffbereitstellung wird der Kumulierte Energieaufwand (KEA), von der Entnahme des Rohstoffes bis zur Bereitstellung in Deutschland, verwendet. Ausgehend von den bei Giegrich et al. 2012 ermittelten spezifischen KEA für die Metalle wurde für jedes Metall über die Weltproduktion der absolute kumulierte Energieaufwand (TJ/a) berechnet, um die teilweise um mehrere Größenordnungen abweichenden Fördermengen der einzelnen Metalle zu berücksichtigen.

Tabelle 10: Gegenüberstellung verschiedener NE-Metalle unter Berücksichtigung der Recyclingquote, der Recyclingfähigkeit und des kumulierten Energieaufwandes im Hinblick auf Potenziale zur Steigerung des Recyclings

NE-Metall	globale Recycling- quote Produktabfall	Recyclingfähigkeit (1 = nicht recyclingfähig)	Gesamt-KEA in TJ/a
Aluminium	> 50 %	< 0,40	Ca. 400.000.000
Antimon	1-10 %	0,67	9.936
Beryllium	< 1 %	0,78	36.831
Cobalt	> 50 %	0,58	7.818
Gallium	< 1 %	0,84	211
Germanium	< 1 %	0,67	7
Gold	> 50 %	0,53	639.965
Indium	< 1 %	0,71	1.130
Kupfer	> 50 %	0,34	801.964
Mangan	> 50 %	0,34	518.573
Nickel	> 50 %	0,36	233.501
Niob	> 50 %	0,66	211.082
Palladium	> 50 %	0,53	31.581
Platin	> 50 %	0,53	95.056
Rhenium	> 50 %	0,54	k.A.
Rhodium	> 50 %	0,53	11.697
Seltene Erden	< 1 %	0,75	221.882
Silber	> 50 %	0,41	3.639
Tantal	< 1 %	0,63	3.893
Titan	> 50 %	0,22	2.939.103
Wolfram	10-25 %	0,45	3.302
Zink	> 50 %	0,53	509.366
Zinn	> 50 %	0,63	68.620

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach UNEP 2011, ITZ/adelphi 2011, Giegrich et al. 2012

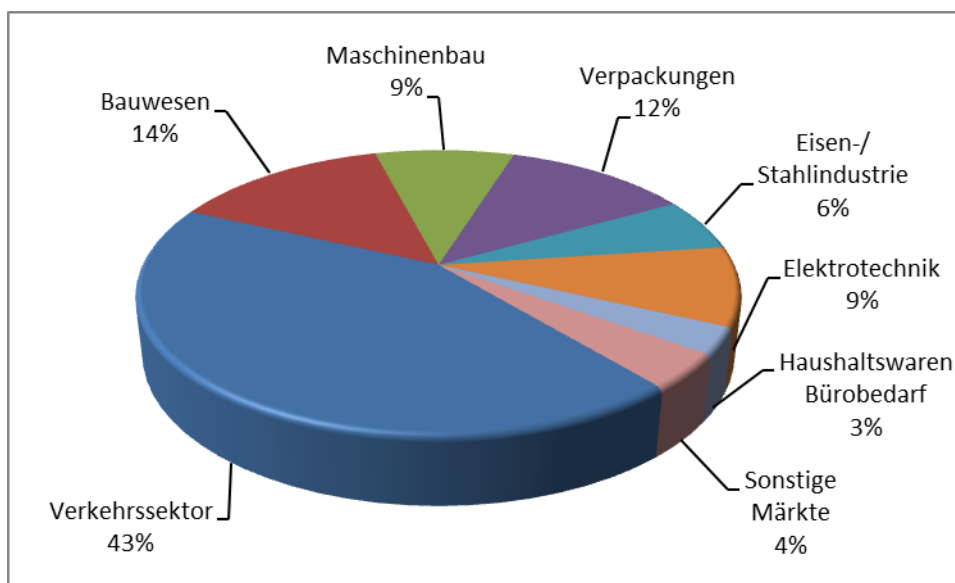
Aluminium

Die Tabelle zeigt, dass für die Primärproduktion von Aluminium mit Abstand der höchste Energieaufwand geleistet werden muss; nur etwa 5 % dieser Energiemenge werden dagegen für den Recyclingprozess benötigt. Die Gesamtumweltrelevanz von Aluminium ist somit als sehr hoch zu beurteilen.

Vor diesem Hintergrund bietet ein verstärktes Aluminiumrecycling demnach nicht nur ökologische, sondern auch ökonomische Anreize. Diesem Umstand kommt zu Gute, dass sich Aluminium durch eine gute Recyclingfähigkeit auszeichnet. Allerdings muss beim Recycling auf eine legierungssorteneine Trennung der Schrotte geachtet werden, um ein systematisches Downcycling zu unspezifischen Gusslegierungen zu verhindern. Den Angaben des Gesamtverbandes der Aluminiumindustrie (GDA) werden heutzutage noch immer etwa 75 % des seit 1888 produzierten Aluminiums zur Herstellung verschiedener Produkte eingesetzt (GDA 2012).

Die Einsatzmöglichkeiten für den Werkstoff Aluminium sind vielfältig und reichen von Anwendungen im Transport- und Baubereich, über den Einsatz als Verpackungsmaterial und Anwendungen in den Sektoren Elektrotechnik sowie Maschinen- und Anlagenbau bis hin zu Haushaltswaren und Büroartikel. Mit einem Anteil von 43 % ist der Verkehrssektor (z.B. Karosserie, Felgen, Fahrgestell) der bedeutendste Absatzmarkt für Aluminium.

Abbildung 15: Absatzmärkte für Aluminiumprodukte in Deutschland 2011



Quelle: GDA 2012

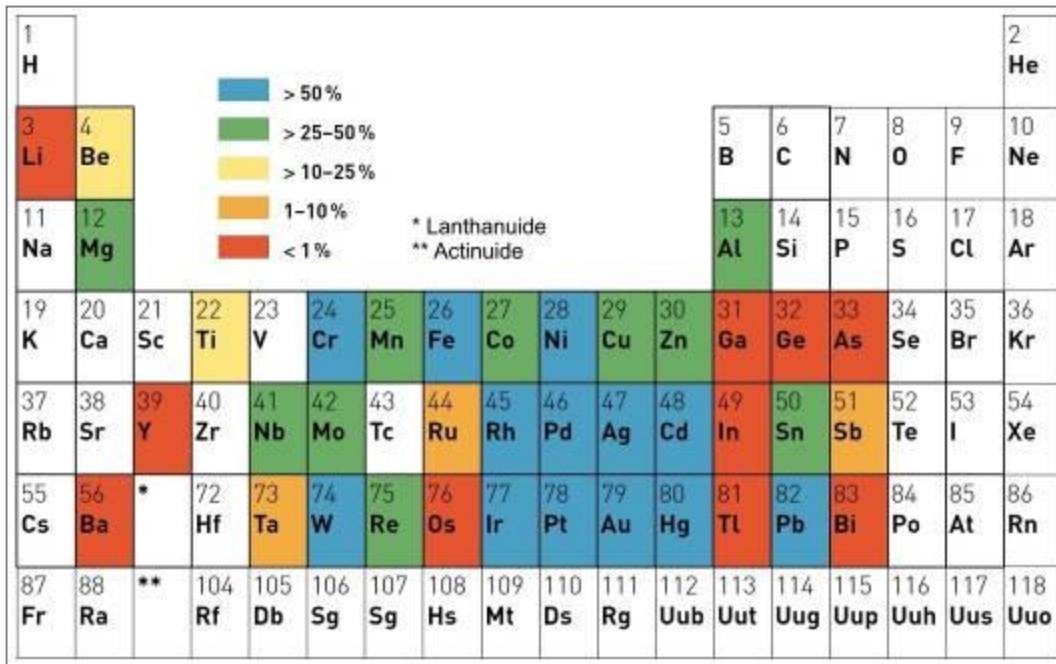
In Deutschland stammen etwa 60 Massenprozent der für die Produktion von Aluminium und Aluminiumlegierungen eingesetzten Rohstoffe aus recyceltem Aluminium (Sekundäraluminium) (GDA 2012, WVM 2012). Die Recyclingquoten der einzelnen Branchensegmente liegen laut Angaben des GDA jeweils oberhalb von 80 %. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass hierin vorrangig auch Aluminiumschrotte aus der Produktion und Verarbeitung von Aluminium enthalten sind, die zu nahezu 100 % in den Produktionskreislauf zurückgeführt werden.

Indium

Welchen Anteil die Altschrotte im Verhältnis zum insgesamt recycelten Gesamtabfallstrom ausmachen zeigt Abb. 36. Deutliche Unterschiede zwischen den Recyclingquoten von Neu- und Altschrotten

sind auch im Fall der Verwertung von Indium bekannt. Während Indium als Abfall im Produktionsprozess zu ca. 70 % zurückgewonnen werden kann, liegt die Rückgewinnungsquote für den Produktabfall dagegen bei unter 1 % (USGS 2012, UNEP 2011). Entsprechend niedrig ist der Anteil des recycelten Indiums aus dem Bereich der Produktabfälle.

Abbildung 16: Altschrottanteil im Verhältnis zur recycelten Gesamtschrottmenge einer NE-Metallsorte



Quelle: UNEP 2011

Die Europäische Kommission stuft Indium, gemessen am Versorgungsrisiko und der wirtschaftlichen Bedeutung, als sogenanntes kritisches Metall ein (EC 2010). Das Haupteinsatzfeld für Indium ist der Elektro/Elektronik-Sektor. Etwa 74 % des weltweiten Indium Verbrauches wird als Indiumzinnoxid für die Herstellung von Monitoren (LCD-/OLED-Monitore) eingesetzt, weitere Anwendungen umfassen die Herstellung von Dünnschichtphotovoltaikmodulen sowie von Energiesparlampen und Leuchtdioden (LEDs). Die genannten Technologien sind der Antrieb für eine stetig steigende Nachfrage nach Indium. Die Europäische Kommission prognostiziert, dass sich die Nachfrage in diesen Absatzmärkten ausgehend vom Jahr 2006 bis zum Jahr 2030 weltweit um den Faktor 8 erhöhen wird. Europa ist vollständig auf Indium-Importe angewiesen; etwa 81 % der Indium-Importe der EU stammen aus China (EC 2010).

Gold

Unter Berücksichtigung der genannten Auswahlkriterien ist auch das Edelmetall Gold im Rahmen des Forschungsprojektes zu untersuchen. Neben den Haupteinsatzfeldern Schmuckindustrie (66 % des Goldverbrauchs) und Zahnmedizin (12 % des Goldverbrauches) (USGS 2012), wird Gold zudem im Elektro/Elektroniksektor, insbesondere für die Produktion von IT- und Unterhaltungselektronik (u.a. Leiterplatten, elektrische Kontakte) verarbeitet.

Als Träger unterschiedlicher ressourcenrelevanter Metalle ist vor allem das Recycling von Elektro-schrott von steigendem Interesse. Einzelne betrachtet enthalten Elektronikgeräte nur geringe Mengen Gold, so beträgt die Goldmenge je Mobiltelefon nur etwa 24 Milligramm, die in PC und Laptop etwa 220 Milligramm (LANUV 2012). In der Gesamtheit ihres Aufkommens bieten Elektro-schrotte jedoch

einen mengenmäßig durchaus relevanten Pool unterschiedlicher Rohstoffe. In Deutschland wurde im Jahr 2010 im Zuge der Herstellung von LCD-PC-Monitoren und LCD-Fernsehern eine Goldmenge von insgesamt 1,6 t Gold in Umlauf gebracht (LANUV 2012). Diese Menge gilt es im Anschluss an die Nutzungsphase wieder verfügbar zu machen. Der zunehmende Einsatz von Edelmetallen in Elektrogeräten hat nunmehr dazu geführt, dass die Metallkonzentrationen im Elektroschrott mittlerweile größer sind als in natürlich vorkommenden Erzen gleicher Menge. Hagelüken ermittelte, dass aus 1 Tonne Erz etwa 5 Gramm Gold gewonnen werden können, im Gegensatz dazu ergibt das Recycling von 1 Tonne PC-Leiterplatten eine Goldmenge von etwa 200 Gramm (Hagelüken 2011).

Tabelle 11: Anwendungsbeispiele und Einsatzbereiche ressourcenrelevanter NE-Metalle

NE-Metall	Relevanz	Anwendungen	Anfallstellen
Aluminium	hohe Gesamtumweltrelevanz gute Recyclingfähigkeit signifikante Recyclingpotenziale im Bereich Produktabfall Downcycling bei Vermischung verschiedener Legierungen		Altfahrzeuge Bau & Abbruch (gemischte) gewerbliche Abfälle Haushalte Elektro/Elektronik
Indium	Gute Recyclingfähigkeit extrem niedrige Recyclingquote aus Produktabfällen hohe Nachfragesteigerung	LCD-Monitore Touchscreens Dünnschicht-PV-Zellen LED	Elektro/Elektronik
Gold	sehr hohe Umweltrelevanz sehr gute Recyclingfähigkeit hohe Nachfragesteigerung	Beschichtung auf Leiterplatten Steckverbindungen Schmuck	Elektro/Elektronik

Quelle: eigene Darstellung

4 Ist-Analyse zur werkstofflichen Verwertung von Sekundärrohstoffen

4.1 Aufkommen der in Deutschland anfallenden Kunststoffabfälle

Grundlage für die Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen, insbesondere Sekundärkunststoffen, ist unter reinen Mengengesichtspunkten die Kenntnis über

- die Kunststoffproduktions- und -verarbeitungsmengen,
- die bei den zu betrachtenden Anfallstellen verfügbaren Kunststoffmengen (Potenzialmenge),
- die derzeit einer werkstofflichen und energetischen Verwertung zugeführten Mengen und
- die Mengen und Einsatzbereiche der erzeugten Rezyklatmengen (Sekundärkunststoffe).

Informationen über die Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland liefert die in regelmäßigen Abständen aktualisierte Consultic-Studie (Consultic 2012), deren Angaben für das Bezugsjahr 2011 die wesentliche Datenbasis dieses Projektes bilden.

Die Abfallmengen werden auf der Grundlage detaillierter Analysen der Quantität und Qualität der Kunststoffabfälle aus den Herkunftsbereichen Haushalt, Gewerbe und Industrie ermittelt, indem u.a. auch Inhalt und Anteil von Kunststoffabfällen in einzelnen Abfallströmen bestimmt werden. Auf diese Weise werden nicht nur getrennt erfasste Kunststoffmengen, sondern auch das Kunststoffpotenzial in gemischt anfallenden Abfällen wie Restmüll aus Haushalten und Gewerbe berücksichtigt. Consultic stützt seine Angaben auf Informationen befragter Kunststoffverarbeiter und Kunststoffrecycler und nutzt ferner statistische Informationen zum Abfallaufkommen und Schätzwerte zum Kunststoffanteil in Abfallgemischen.

Das Ergebnis der Consultic-Studie ist die in Deutschland angefallene Kunststoffabfallmenge, der Import und Export von Kunststoffabfällen wird hierbei jedoch nicht berücksichtigt. Aufgrund der in der Consultic-Studie angewandten Untersuchungsmethodik stellen die Zahlenangaben zu den Produktabfällen somit das theoretisch nutzbare Kunststoffpotenzial in der Bundesrepublik Deutschland des jeweiligen Referenzjahres dar.

In Deutschland wurden im Jahr 2011 insgesamt rund 11,86 Mio. t Kunststoffe in den unterschiedlichen Einsatzbereichen (Verpackungen, Bau, Fahrzeuge, Elektro-/Elektronik und Sonstiges) zur Verarbeitung eingesetzt. Unter Berücksichtigung ein- und ausgeführter Kunststoffprodukte belief sich der inländische Kunststoffverbrauch im privaten und gewerblichen Bereich auf etwa 9,65 Mio. t, davon sind rund 4,44 Mio. t als Produktabfall in Deutschland angefallen. Bezogen auf die in Deutschland verarbeitete Kunststoffmenge fallen durchschnittlich 37 Massenprozent in Deutschland als Produktabfall an. Die Mengendifferenz aus Kunststoffverbrauch und Kunststoffabfallaufkommen ist dabei im Im- und Export von Kunststoffprodukten, in Lagerbestandsveränderungen sowie in der Langlebigkeit der Kunststoffprodukte begründet (siehe hierzu auch Kapitel 8.1).

Abbildung 17: Kunststoffverarbeitung, -verbrauch und -abfall in Deutschland im Jahr 2011



Quelle: eigene Darstellung nach Consultic 2012

Rund 8,17 Mio. t der im Rahmen dieses Forschungsprojektes ausgewählten Kunststoffsorten wurden im Jahr 2011 verarbeitet, als Produktabfall wiederum angefallen sind etwa 3,49 Mio. t, darunter maßgeblich die Kunststoffsorten PE-LD, PE-HD, PP und PVC. Einschränkend ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass in der Consultic-Studie

- ▶ für die Kunststoffsorten ABS, ASA und SAN nur Zahlenangaben in Summe benannt werden und
- ▶ für die Kunststoffsorte PC keine Daten im Einzelnen vorliegen. Angaben zu der Kunststoffsorte PC liegen nur aggregiert als Bestandteil der Gruppe sonstige Thermoplaste vor.

Da auch das über die Consultic-Studie hinausgehende verfügbare Datenmaterial diesbezüglich keine Informationen bereitstellt, erfolgt die Betrachtung der Kunststoffsorten ABS, ASA und SAN nachfolgend in aggregierter Form. Eine quantitative Betrachtung der Kunststoffsorte PC ist nicht möglich.

Tabelle 12: Kunststoffsorten - Verarbeitungsmenge und Produktabfallaufkommen im Jahr 2011

Kunststoffsorten	ausgewählte Kunststoffsorten	Verarbeitete Kunststoffmenge in kt/a	Angefallener Produktabfall* in kt/a	Anteil Abfall an Verarbeitungsmenge in Ma.-%
PE-LD/LLD	x	1.720	1.229	71
PE-HD/MD	x	1.500	591	39
PP	x	2.030	736	36
PS	x	385	252	65
PS-E	x	315	83	26
PVC	x	1.610	470	29
ABS, ASA, SAN	x	260	71	27
PMMA		75	25	33
PA	x	345	57	17

Kunststoffsorten	ausgewählte Kunststoffsorten	Verarbeitete Kunststoffmenge in kt/a	Angefallener Produktabfall* in kt/a	Anteil Abfall an Verarbeitungsmenge in Ma.-%
PET		445	486	109
Sonstige Thermoplaste		460	87	19
PUR		750	172	23
Sonstige Kunststoffe		1.965	179	9
Summe gesamt		11.860	4.438	37
Summe ausgewählte Kunststoffsorten		8.165	3.489	43

*ohne Berücksichtigung der Ein- und Ausfuhr von Kunststoffabfällen
 gene Darstellung, erstellt nach Consultic 2012

Quelle: ei-

4.2 Entsorgungswege der Kunststoffabfälle

Während in der Consultic-Studie für die Verarbeitungsmengen und die Produktabfallmengen eine Differenzierung nach Kunststoffsorten erfolgt, fehlt dieser Detaillierungsgrad hinsichtlich der Entsorgung der Abfälle⁹. Eine Aufschlüsselung der Entsorgungswege erfolgt daher nur aggregiert für die Einsatzfelder der einzelnen Kunststoffsorten.

Demzufolge werden rund 1,4 Mio. t (ca. 32 Massenprozent) der in Deutschland angefallenen Produktabfälle werkstofflich¹⁰ und rund 2,9 Mio. t (ca. 66 Massenprozent) energetisch verwertet. Die energetisch verwerteten Mengen beinhalten sowohl den Output aus den Aufbereitungsanlagen (z.B. EBS oder Sortierreste) als auch die Kunststoffabfälle, die über den Restmüll direkt in Müllverbrennungsanlagen entsorgt werden.

Die rohstoffliche Verwertung von Mischkunststoffen aus LVP-Sortieranlagen und die Deponierung spielen mit insgesamt 2 Massenprozent eine untergeordnete Rolle. An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass in der Consultic-Studie nicht zwischen einer Entsorgung im Inland und Ausland unterschieden wird. Der Einsatz der hier für die rohstoffliche Verwertung ausgewiesenen Mengen (rund 53.000 t im Jahr 2011) erfolgt primär auf Basis der Anlagen der voestalpine AG in Linz (Österreich) (Consultic 2012). Es ist jedoch bekannt, dass auch in Deutschland Mischkunststoffe aus dem Verpackungsbereich im Stahlwerk eingesetzt werden, wenn auch in geringerer Menge. Aufbereitete Mischkunststoffe aus LVP-Sortieranlagen werden hierbei als Reduktionsmittel und Energieträger im Hochofen eingesetzt. Andere Verfahren, wie die Festbettvergasung zu Synthesegas oder die Herstellung von Paraffin aus Altkunststoffen sind in Deutschland eingestellt worden.

⁹ Dies hat aus unserer Sicht systematische Gründe: wenn überhaupt, liegen für Abfallgemische aus z.B. Gewerbe nur Schätzwerte für den Kunststoffanteil insgesamt, keinesfalls aber nach Kunststoffsorten differenziert, vor.

¹⁰ Unter werkstofflich verwerteten Abfällen sind die Abfallmengen zu verstehen, die nach einer Aufbereitung in einer Sortieranlage einer weiteren Altkunststoffaufbereitungsanlage zugeführt werden. Aufbereitungsreste, die z.B. bei der Wäsche und Schwimm-Sink-Trennung in diesen Anlagen anfallen, verringern die dem Markt zur Verfügung gestellte Sekundärkunststoffmenge noch einmal.

Tabelle 13: Entsorgung der in Deutschland angefallenen Kunststoffabfälle aus dem Bereich der Produktabfälle im Jahr 2011

Einsatzfeld	Einheit	Entsorgungsweg				Summe
		werkstoffliche Verwertung	rohstoffliche Verwertung	energetische Verwertung	Deponierung*	
Verpackung	kt	1.071	53	1.556	12	2.692
Bau		96	0	261	15	372
Fahrzeuge **		62	0	142	9	213
Elektro/Elektro- nik		18	0	217	6	241
Haushaltswaren		3	0	123	3	129
Landwirtschaft		85	0	152	5	242
Andere		65	0	472	12	549
Summe		1.400	53	2.923	62	4.438
Verpackung	Ma.-%	39,8	2,0	57,8	0,4	100
Bau		25,8	0	70,2	4,0	100
Fahrzeuge**		29,1	0	66,7	4,2	100
Elektro/Elektro- nik		7,5	0	90,0	2,5	100
Haushaltswaren		2,3	0	95,3	2,3	100
Landwirtschaft		35,1	0	62,8	2,1	100
Andere		11,8	0	86,0	2,2	100
Mittel		31,5	1,2	65,9	1,4	100

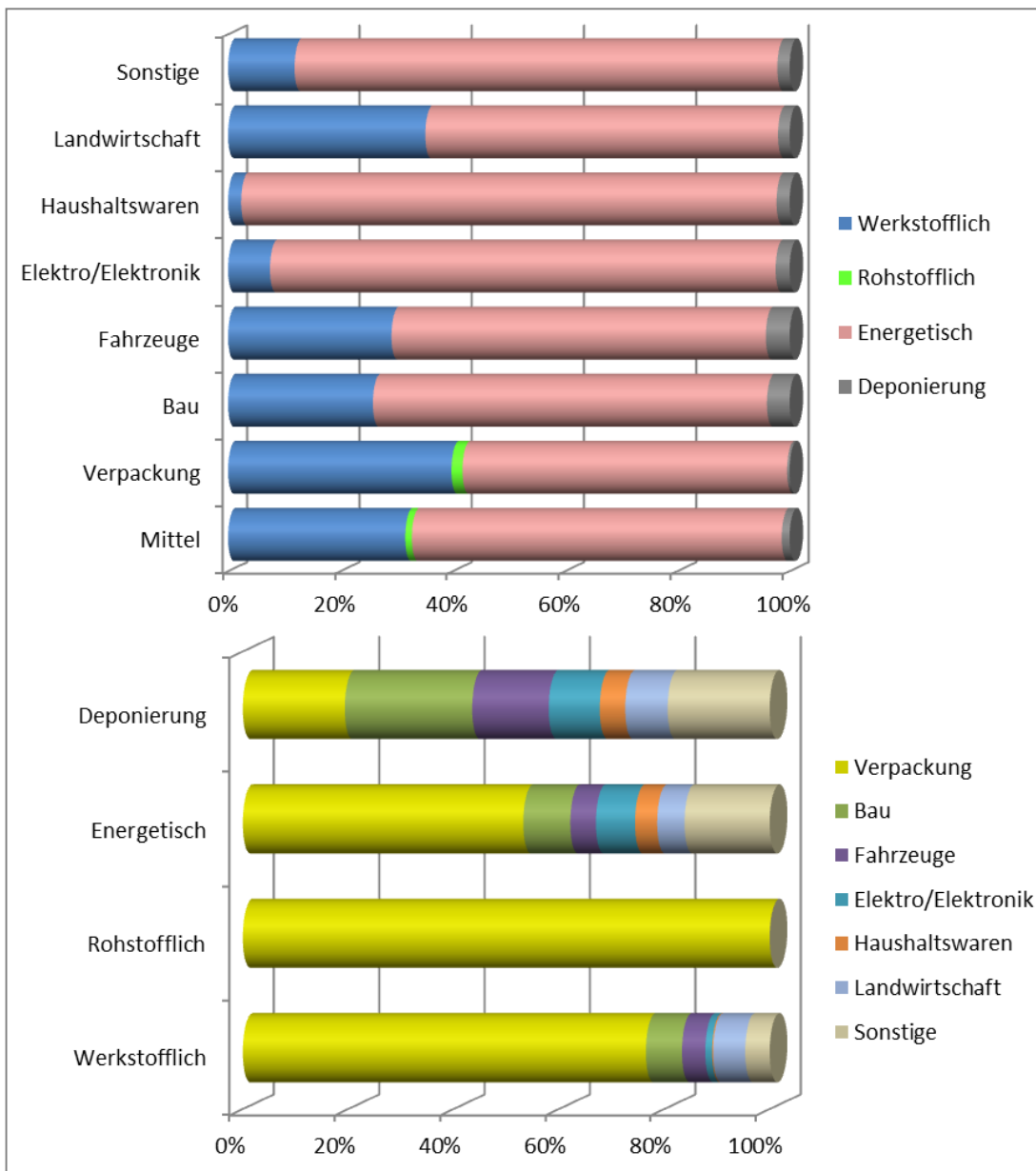
*Die deponierten Restmengen basieren auf Ausnahmegenehmigungen einzelner Deponien z.B. in den neuen Bundesländern, denen es noch erlaubt ist, teilweise bis 2011 bestimmte Abfallarten anzunehmen und zu deponieren, z.B. SLF (Schredderleichtfraktion) (Consultic 2012)

**Berücksichtigt Abfälle aus Schredderbetrieben (nur Altkarossern) incl. Autoverwerter und Reparaturwerkstätten sowie u.a. Altkunststoffe von ausrangierten Zügen und Nutzfahrzeugen (Lindner 2013).

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach Consultic 2012

Eine differenzierte Betrachtung der Einsatzfelder zeigt, dass die Aufteilung in werkstoffliche und energetische Verwertung unterschiedlich ausgeprägt ist. So werden einerseits 39,8 Massenprozent der Verpackungen, andererseits nur 2,3 Massenprozent der Haushaltswaren werkstofflich verwertet. Anders ausgedrückt zeigen die Werte, dass die werkstoffliche Verwertung mit 77 Massenprozent maßgeblich auf der Verwertung von Verpackungen beruht (Abbildung 18). Die Consultic-Studie führt hierzu aus, das „haushaltsnahe Verpackungen i. R. der Aktivitäten der Dualen Systeme, das Recycling von PET-Flaschen sowie von Folien aus den Bereichen Transport und Industrie“ die Basis des werkstofflichen Recyclings darstellen.

Abbildung 18: Entsorgung der in Deutschland angefallenen Produktabfälle im Jahr 2011



Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach Consultic 2012

4.2.1 Werkstoffliche Verwertung von Kunststoffverpackungen

Vor dem Hintergrund der EU-Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle vom 20.12.1994 in Verbindung mit der Änderungsrichtlinie 2004/12/EG vom 11.02.2004 ist der Verbrauch und die Verwertung von Verpackungen für Deutschland bereits sehr gut dokumentiert. Für das Jahr 2011 hat die Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung (GVM) ein Aufkommen an Kunststoffverpackungen aus Industrie, Gewerbe und privaten Haushalten von insgesamt 2,78 Mio. t ermittelt. Davon wurden etwa 1,29 Mio. t werkstofflich verwertet. Hierin ist auch die Verwertung von Kunststoffabfällen außerhalb Deutschlands berücksichtigt; im Jahr 2011 wurden rund 320.000 t Kunststoffverpackungen im Ausland werkstofflich verwertet (GVM 2013). Im Vergleich zur Consultic-Studie weist der GVM-Bericht für das Jahr 2011 ein höheres Aufkommen an Kunststoffverpackungen auf. Diese Abweichung wird auf methodische Ursachen bei der Ermittlung der Mengen zurückgeführt.

Zum Vergleich: gemäß Consultic 2012 werden für das betrachtete Jahr rund 2,69 Mio. t Verpackungsabfälle ausgewiesen, wovon rund 1,1 Mio. t einer werkstofflichen Verwertung zugeführt wurden.

4.2.2 Werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen aus Altfahrzeugen

Gemäß Art. 1 der Entscheidung der Europäischen Kommission (2005/293/EG) übermittelt jeder Mitgliedsstaat zur Kontrolle der Einhaltung der festgelegten Verwertungsquoten gemäß Art. 7 Abs. 2 der Altfahrzeug-Richtlinie (2000/53/EG) Daten zur Wiederverwendung, zur Verwertung sowie speziell zum Recycling von Altfahrzeugen.

Den Angaben des Statistischen Bundesamtes zufolge, erfolgte die Demontage von Altfahrzeugen in etwa 1.260 Betrieben, jedoch werden für nur knapp 200 dieser Betriebe demontierte Kunststoffteile im Output ausgewiesen (STBA 2013). Im Jahr 2011 sind in deutschen Demontagebetrieben insgesamt rund 2.000 t große Kunststoffteile (z.B. Stoßfänger) demontiert worden. Davon wurden rd. 340 t (etwa 17 Massenprozent) wiederverwendet und rund 1.670 t (entspricht ca. 83 Massenprozent) aufbereitet und werkstofflich verwertet, weniger als 1 Massenprozent wurde beseitigt (UBA BMU 2013).

Verglichen mit den Angaben der Consultic-Studie handelt es sich hierbei jedoch nur um einen Bruchteil der insgesamt werkstofflich verwerteten Kunststoffabfälle aus dem Fahrzeugbereich (rund 62.000 t/a, Tabelle 13). Außer in Demontagebetrieben fallen größere Kunststoffteile auch in Reparaturwerkstätten an. Darüber hinaus berücksichtigt die Consultic-Studie auch Kunststoffteile aus ausrangierten Zügen und Nutzfahrzeugen. Weder die Altkunststoffe aus Reparaturbetrieben, noch die von Zügen und Nutzfahrzeugen werden statistisch separat erfasst. Insofern ist eine Verifizierung der von Consultic 2012 ausgewiesenen Menge zur werkstofflichen Verwertung mit dem zur Verfügung stehenden Datenmaterial nicht möglich.

Die weitere Behandlung der Restkarossen erfolgt in Schredderbetrieben. Die am Fahrzeug verbliebenen Kunststoffteile landen zusammen mit u.a. Textilresten und Glas letztlich in der sogenannten Schredderleichtfraktion. Im Jahr 2011 fielen in den deutschen Schredderbetrieben insgesamt rd. 440.000 t dieser Fraktion an, etwa 141.750 t können auf das Schreddern von Altkarossen aus dem Inland zurückgeführt werden (STBA 2013, BMU UBA 2013). Den darin enthaltenen Kunststoffanteil beziffern unterschiedliche Quellen zwischen 28 und 50 Massenprozent (Martens 2011, Oberdörfer 2009, Thomé-Kozmiensky 2012).

Die Zahlen zur Entsorgung der Schredderleichtfraktion belegen, dass etwa 42 Massenprozent (rd. 59.900 t) im Jahr 2011 dem Recycling zugeführt wurden (UBA BMU 2013). Detaillierte Informationen zu den Verwertungswegen und welche Bestandteile der Schredderleichtfraktion (Metalle, mineralische Fraktion) maßgeblich für diese Quote verantwortlich sind, lässt sich dieser Quelle jedoch nicht entnehmen. Eine werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen aus der Schredderleichtfraktion ist nach entsprechender Sortierung mittels Post-Schredder-Technik in begrenztem Umfang für ausgewählte Kunststoffsorten (z.B. PP, PE, ABS, PS) möglich. Dieser Verwertungsweg ist aktuell jedoch nur von untergeordneter Bedeutung.

4.2.3 Werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen aus Elektroaltgeräten

Die Mitgliedsstaaten der Europäischen Union sind gemäß Art. 16 Abs. 5 RL2012/19/EU verpflichtet der Europäischen Kommission alle drei Jahre die Daten über die Rücknahme und Behandlung von Elektro- und Elektronikaltgeräten vorzulegen.

Im Jahr 2010 wurden in Deutschland insgesamt rund 777.000 t Elektroaltgeräte gesammelt, 93 Massenprozent dieser Menge (723.000 t) entfielen auf Elektroaltgeräte aus privaten Haushalten. Die Gesamtmenge der Elektro- und Elektronikaltgeräte setzt sich maßgeblich aus Haushaltsgroßgeräten (32 Massenprozent), IT- und Telekommunikationsgeräten (28 Massenprozent) sowie Geräten der Unterhaltungselektronik (25 Massenprozent) zusammen.

Der Kunststoffanteil schwankt je nach Gerät zwischen 3 Massenprozent (medizinische Geräte) und 58 Massenprozent (Geräte der Telekommunikation) (VKE 2013). Im Elektro-/Elektronikbereich kommen sehr viele verschiedene Kunststoffe zum Einsatz, hauptsächlich die Kunststoffsorten ABS (33 Massenprozent der Polymerarten im E-Schrott), PP (18 Massenprozent der Polymerarten im E-Schrott) und PS (19 Massenprozent der Polymerarten im E-Schrott) (Schunicht 2013). Die Sortenvielfalt wird durch den Einsatz einer Vielzahl von Additiven – neben Füllstoffen und Farbpigmenten, insbesondere durch den Einsatz unterschiedlicher Flammenschutzmittel – zusätzlich erhöht und erschwert damit das werkstoffliche Recycling von Kunststoffen aus dem Elektro-/Elektronikbereich.

Eine werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen aus Elektroaltgeräten erfolgt derzeit noch nicht in nennenswerter Größenordnung.

4.2.4 Werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen aus dem Baubereich

Der mengenmäßig bedeutsamste Kunststoff im Baubereich ist PVC. Für die Rücknahme verschiedener PVC-Abfälle konnten sich in Deutschland seit den frühen 90er Jahren bereits vier freiwillige Systeme etablieren. So übernimmt die Arbeitsgemeinschaft PVC-Bodenbelag Recycling (AgPR) die Erfassung und Verwertung gebrauchter PVC-Bodenbeläge, im Fall von PVC-Dach- und -Dichtungsbahnen übernimmt diese Aufgabe die Organisation RoofCollect, für Kunststoffrohrabfälle, darunter neben PVC- auch PE- und PP-Rohre, hat der Fachverband der Kunststoffrohr-Industrie (KRV) ein Sammel- und Wiederverwertungssystem eingerichtet.

Darüber hinaus werden durch die Rewindo GmbH seit dem Jahr 2002 bundesweit PVC-Fenster, -Türen und -Rollläden zurückgenommen und werkstofflich verwertet. Im Jahr 2011 wurden etwa 27.670 t alte Fenster und Rollläden (incl. Glas, Metall etc.) über dieses System erfasst, die daraus erzeugte PVC-Regranulatmenge betrug etwa 19.000 t (Rewindo 2012). Für das Potenzial¹¹ angefallener Alt-fenster/Rollläden wird eine Menge von rund 35.400 t (reiner PVC-Compound) angegeben, somit wurden im Jahr 2011 rund 54 Massenprozent des PVC aus Fenstern/Rollläden, die als Abfall angefallen sind, in Deutschland werkstofflich verwertet. Insgesamt wurden in Deutschland im Jahr 2011 rund 91.200 t dem Recycling zugeführte PVC-Produktabfälle registriert (VinylPlus 2013).

Im Jahr 2011 startete das 10-Jahresprogramm VinylPlus. Dieses Programm ist eine freiwillige Selbstverpflichtung der Europäischen PVC-Industrie, die sich u.a. das Ziel gesteckt hat, bis zum Jahr 2020 mindestens 800.000 t/a PVC-Abfälle zu recyceln, davon sollen für 100.000 t schwer recycelbare PVC-Abfälle innovative Technologien entwickelt werden. Im Gegensatz zum Vorgängerprogramm Vinyl2010 beziehen sich die im Rahmen von VinylPlus gesteckten Zielvorgaben nicht mehr ausschließlich auf Produktabfälle, sondern beziehen auch die Produktionsabfälle mit ein. Fraglich ist, ob die werkstoffliche Verwertung von PVC-Produktabfällen dann noch transparent und nachvollziehbar ist.

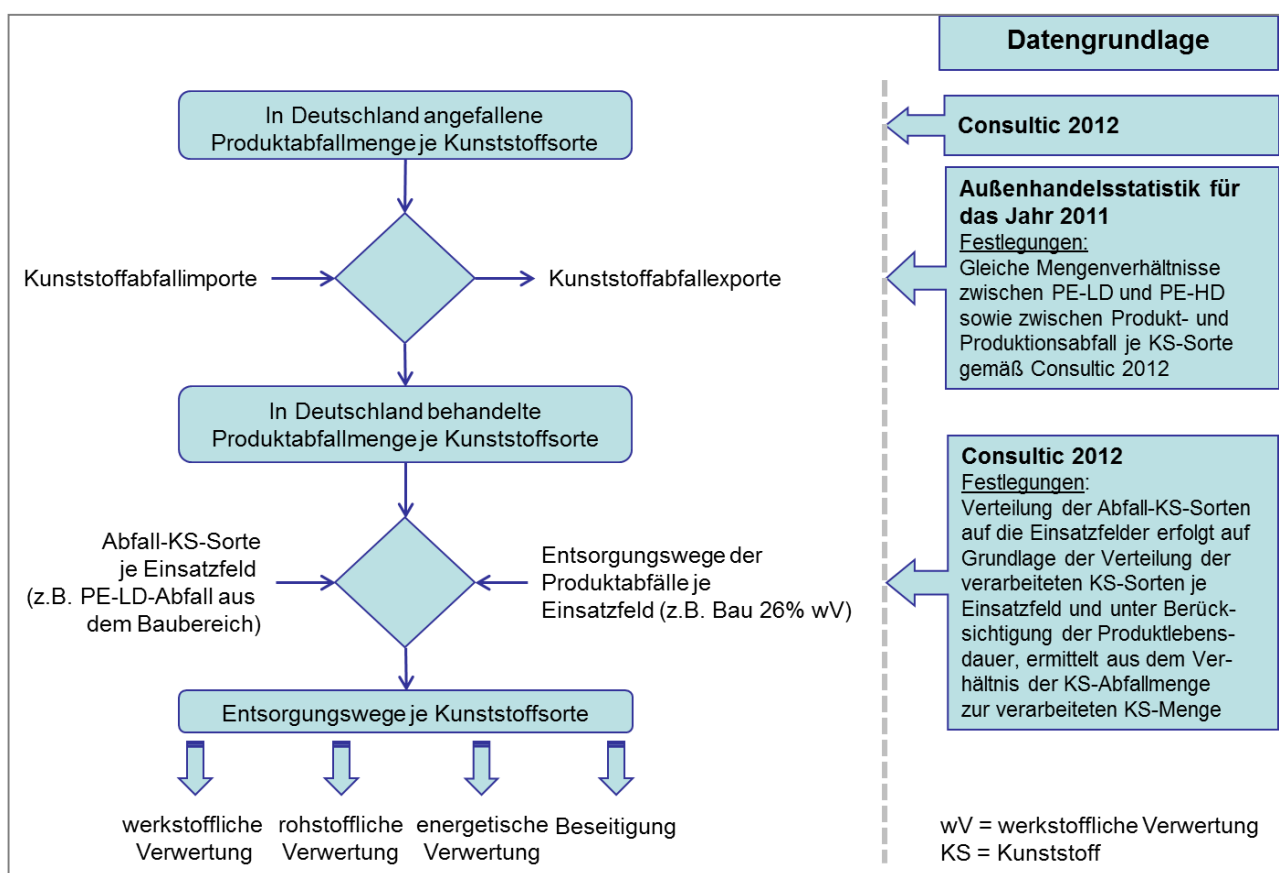
Insgesamt weist die Consultic-Studie (2012) für den Bereich Bau ein Kunststoffabfallaufkommen von 372.000 t auf, wovon 15.000 deponiert, 96.000 t werkstofflich verwertet und der Großteil (261.000 t) energetisch verwertet wurden.

11 Beinhaltet auch Altfenster/Rollläden, die von diesem System nicht erfasst werden, z.B. weil durch ein Ausbleiben der selektiven Demontage bei Abrissarbeiten diese Abfälle im Baumischabfall landen (Rewindo 2012)

4.3 Modell für die Berechnung der Entsorgungswege der untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten

Die bisherigen Ausführungen stellen ausschließlich die Entsorgungssituation für die Gesamtkunststoffabfallmenge dar. Im Rahmen dieses Projektes sind darüber hinaus die Entsorgungswege der untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten differenziert zu betrachten. Für die Ermittlung der Entsorgungswege je Kunststoffsorte wurde anhand des verfügbaren Datenmaterials ein Berechnungsmodell entwickelt, das nachfolgend beschrieben wird. Die Modellierung der Entsorgungswege erfolgt beispielhaft für die Kunststoffsorte PE-LD.

Abbildung 19: Modell zur Ermittlung der Entsorgungswege für die untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten



Quelle: eigene Darstellung

Aus der Consultic-Studie ist die in Deutschland angefallene Produktabfallmenge je Kunststoffsorte bereits bekannt (siehe Tabelle 12); im Jahr 2011 sind rund 1.229 kt PE-LD als Produktabfall angefallen. Hierin nicht berücksichtigt sind Kunststoffabfallimporte und -exporte. Für die nachfolgenden Betrachtungen wird auf die tatsächlich in Deutschland behandelte Kunststoffabfallmenge abgestellt, dies erfordert eine Korrektur um die importierten und exportierten Kunststoffabfallmengen.

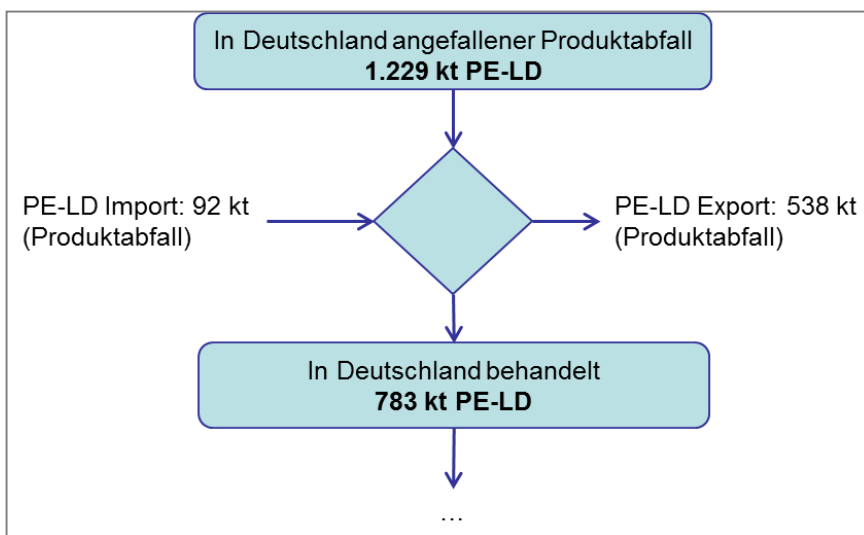
Die Außenhandelsstatistik des Jahres 2011 des Statistischen Bundesamtes umfasst hierzu Informationen zur Aus- und Einfuhr von nicht notifizierungspflichtigen Abfällen, Schnitzel und Bruch von Kunststoffen (Warengruppe 3915). Im Einzelnen enthält diese Statistik Angaben zu den Polymeren des Ethylens, Styrols, Vinylchlorids und des Propylens (siehe Anhang 3). Da die Statistik nicht zwi-

schen einzelnen Polymersorten (z.B. PE-LD und PE-HD) unterscheidet und ferner nicht zwischen Produktabfällen und Abfällen aus der Produktion und Verarbeitung von Kunststoffen differenziert, werden folgende Festlegungen getroffen:

- Aus der Consultic-Studie kann das Verhältnis der Kunststoffsorten PE-LD und PE-HD zueinander entnommen werden (siehe Anhang 4). Demnach entfallen etwa 66 Massenprozent der PE-Gesamtabfallmenge auf die Sorte PE-LD. Die in der Außenhandelsstatistik ausgewiesenen importierten und exportierten PE-Abfallmengen werden analog auf die Sorten PE-LD und PE-HD verteilt.
- Für die Unterscheidung zwischen Produktabfall und Produktionsabfall je Kunststoffsorte wird das Mengenverhältnis gemäß der Studie Consultic 2012 zugrunde gelegt (siehe Anhang 5). Von den insgesamt anfallenden PE-LD-Abfällen (ca. 1.375 Mio. t) sind etwa 89 Massenprozent den Produktabfällen zuzuordnen.

Im Ergebnis dieses ersten Schrittes liegt nun die in Deutschland behandelte PE-LD-Produktabfallmenge vor. Übertragen auf alle Kunststoffsorten ergibt sich insgesamt eine untersuchungsrelevante Menge in Höhe von rund 2,75 Mio. t (siehe Anhang 6). Nach dieser Vorgehensweise wurde bereits in Wagner et al. 2012 verfahren.

Abbildung 20: Schritt 1: Ermittlung der Entsorgungswege für Produktabfall am Beispiel der Kunststoffsorte PE-LD



Quelle: eigene Darstellung

In den folgenden zwei Schritten werden für jede Kunststoffsorte die Entsorgungswege der in Deutschland behandelten Produktabfallmengen ermittelt. Ausgangspunkt dieser Betrachtung ist die in Tabelle 12 dargestellte Verteilung der Kunststoffabfälle je Einsatzfeld auf die Entsorgungswege. Hieraus ist beispielsweise bekannt, dass rund 26 Massenprozent der Bauabfälle werkstofflich verwertet werden.

Hinsichtlich der Entsorgungswege für Verpackungsabfälle wird eine Korrektur vorgenommen, da diese Verteilung maßgeblich vom hohen Verwertungsanteil von PET-Verpackungen beeinflusst wird. Die Kunststoffsorte PET wird zu 95 Massenprozent für die Herstellung von Verpackungen eingesetzt, diese werden nahezu vollständig stofflich verwertet. Bei einer Übertragung der in Tabelle 12 genannten Verteilung auf die anderen Kunststoffsorten würde dies zu einer Überschätzung des werkstofflich verwerteten Anteils führen. Insofern wird die Verteilung der Entsorgungswege für Verpackungen um

den PET-Anteil korrigiert (siehe Anhang 7). Für die Entsorgungswege der Verpackungsabfälle wird die in Tabelle 14 angegebene korrigierte Verteilung in Ansatz gebracht.

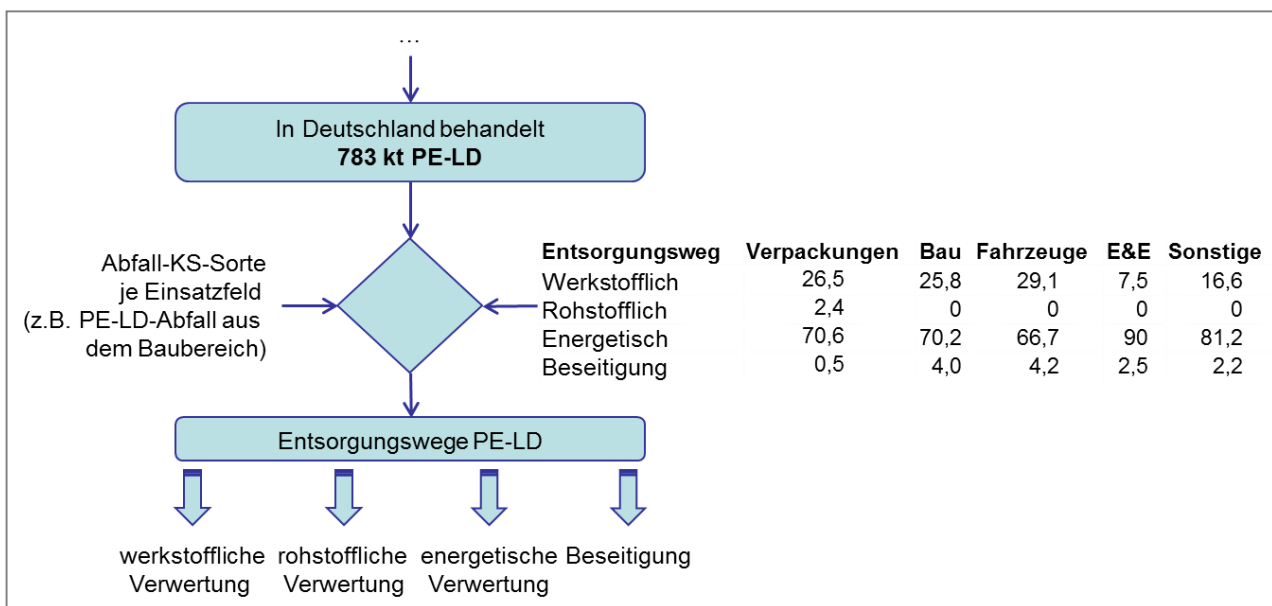
Tabelle 14: Korrektur der Verteilung der Entsorgungswege für Verpackungsabfälle

Entsorgungswege für Verpackungsabfälle	Verteilung gemäß Consultic 2012 Ma.-%	korrigierte Verteilung Ma.-%
Werkstoffliche Verwertung	39,8	26,5
Rohstoffliche Verwertung	2,0	2,4
Energetische Verwertung	57,8	70,6
Beseitigung	0,4	0,5

Quelle: eigene Darstellung

Für die übrigen Einsatzfelder (Bau, Fahrzeuge etc.) ergeben sich hinsichtlich der Entsorgungswege keine Änderungen. Es werden die prozentualen Verteilungen gemäß Tabelle 12 zugrunde gelegt.

Abbildung 21: Schritt 2: zugrunde liegende Verteilung der Entsorgungswege je Einsatzfeld



Quelle: eigene Darstellung

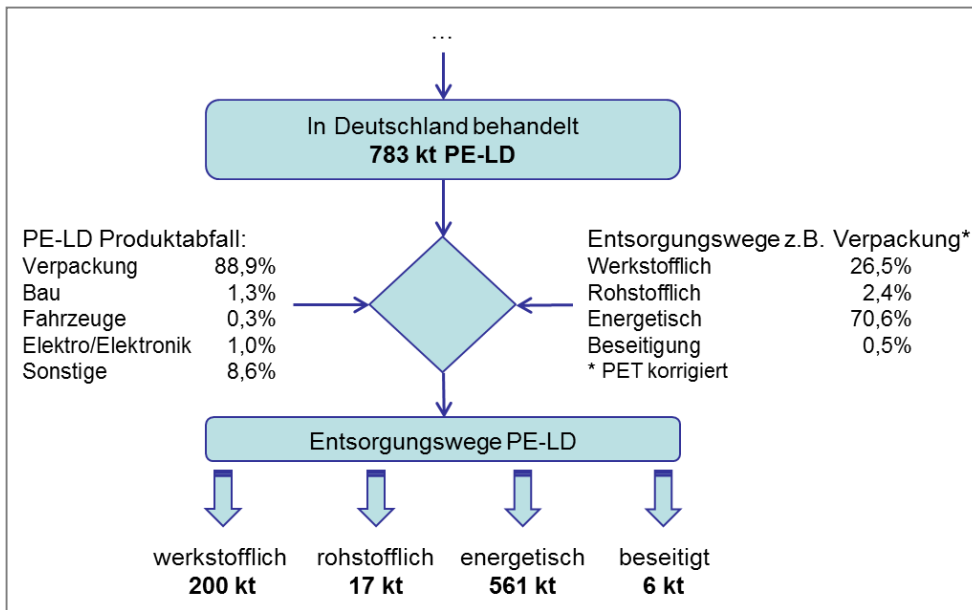
Bekannt ist, wie viel einer Kunststoffsorte insgesamt im Jahr 2011 als Produktabfall angefallen ist. Die Consultic Studie macht jedoch keine Aussagen darüber, aus welchem Einsatzfeld (Verpackungen, Bau, Fahrzeuge etc.) diese Abfälle stammen. Dieser Thematik wird sich mit Hilfe der Consultic-Daten und eigener Berechnungen genähert.

Die Modellierung der Abfallmenge je Kunststoffsorte und Einsatzfeld (Schritt 3) erfolgt auf Grundlage der verarbeiteten Kunststoffsorten je Einsatzfeld (Kapitel 3.2, Abbildung 11) und mit Hilfe des Mengenverhältnisses von Kunststoffabfall zu Kunststoffverarbeitung, um beispielsweise auch den Einfluss der Produktlanglebigkeit zu berücksichtigen. So zeigt sich beispielsweise, dass von der für Bauprodukte eingesetzten Kunststoffmenge lediglich 13 Massenprozent als Produktabfall in

Deutschland angefallen sind, diese Mengendifferenz resultiert aus dem Im- und Export von Kunststoffprodukten, Lagerbestandsveränderungen sowie der Langlebigkeit der Kunststoffprodukte (siehe Anhang 8).

Die Modellierung des kunststoffspezifischen Abfallanteils je Einsatzfeld ergibt somit beispielhaft für PE-LD Produktabfälle, dass rund 89 Massenprozent aus dem Verpackungsbereich stammen und jeweils etwa 1 Massenprozent dem Bau- und dem Elektro-/Elektroniksektor zuzuordnen sind (siehe Anhang 9, Abbildung 22). Für die anderen Kunststoffsorten wird eine analoge Modellierung durchgeführt (siehe Anhang 10).

Abbildung 22: Schritt 3: Ermittlung der Entsorgungswege am Beispiel der Kunststoffsorte PE-LD



Quelle: eigene Darstellung

Die Verknüpfung der zugrunde gelegten Daten führt hinsichtlich der Entsorgungswege am Beispiel PE-LD zu folgendem Ergebnis:

- ▶ In Deutschland behandelte Produktabfallmenge an PE-LD: rund 783.000 t/a
- ▶ werkstoffliche Verwertung: rund 199.600 t/a (25,5 Massenprozent)
- ▶ energetische Verwertung: rund 561.100 t/a (71,6 Massenprozent).

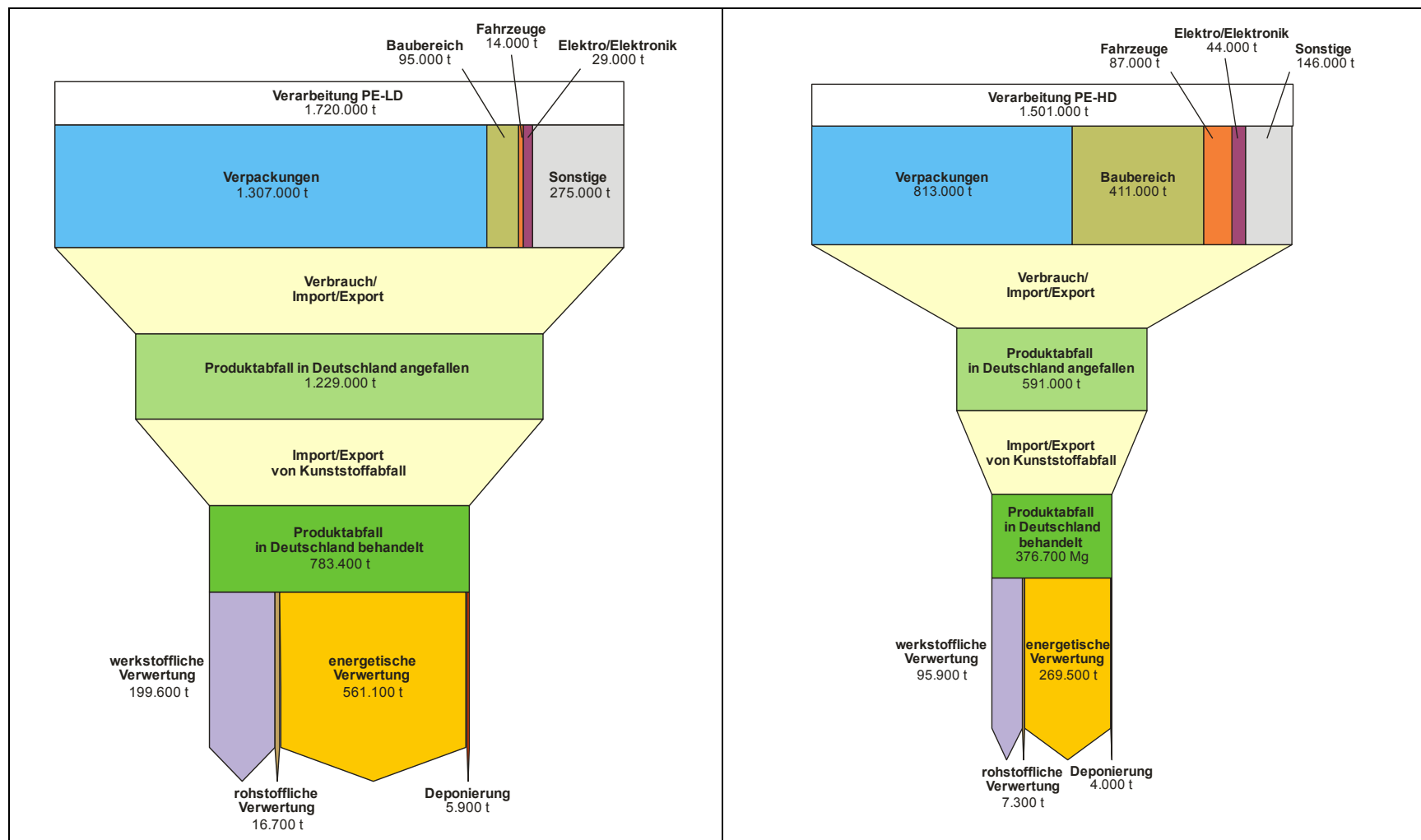
Für die weiteren untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten wird analog verfahren. Das Ergebnis ist der nachfolgenden Tabelle 15 zu entnehmen (siehe auch Anhang 11). Im Ergebnis sind im Jahr 2011 insgesamt rund 2,75 Mio. t der untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten in Deutschland behandelt worden. Davon wurden etwa 73 Massenprozent (ca. 2 Mio. t) einer energetischen Verwertung zugeführt. Lediglich rund 24 Massenprozent (rd. 668.100 t) wurden dagegen werkstofflich verwertet. Es sei an dieser Stelle noch einmal explizit darauf hingewiesen, dass es sich bei dieser Menge nicht um eine Rezyklatmenge, sondern um den Input für Recyclinganlagen zur Herstellung von Rezyklaten handelt. Aufbereitungsverluste verringern die tatsächlich rezyklierte Kunststoffmenge (vgl. Kap. 4.5).

Tabelle 15: Entsorgungswege der betrachteten Kunststoffsorten für das Jahr 2011

Kunststoffs- orte	werkstoffliche Verwertung	rohstoffliche Verwertung	energetische Verwertung	Deponierung	Summe Produktab- fall
	kt				
PE-LD	199,6	16,7	561,1	5,9	783,3
PE-HD	95,9	7,3	269,5	4,0	376,7
PP	162,3	10,8	498,8	8,9	680,8
PS	52,2	3,6	175,5	2,9	234,2
PS-E	21,6	0,8	58,5	2,1	83,0
PVC	112,3	4,3	338,2	11,1	465,9
ABS, ASA, SAN	12,0	0,1	56,9	1,9	70,9
PA	12,2	0,5	43,0	1,3	57,0
Summe	668,1	44,1	2.001,5	38,1	2.751,8
	24,3 Ma.-%	1,6 Ma.-%	72,7 Ma.-%	1,4 Ma.-%	

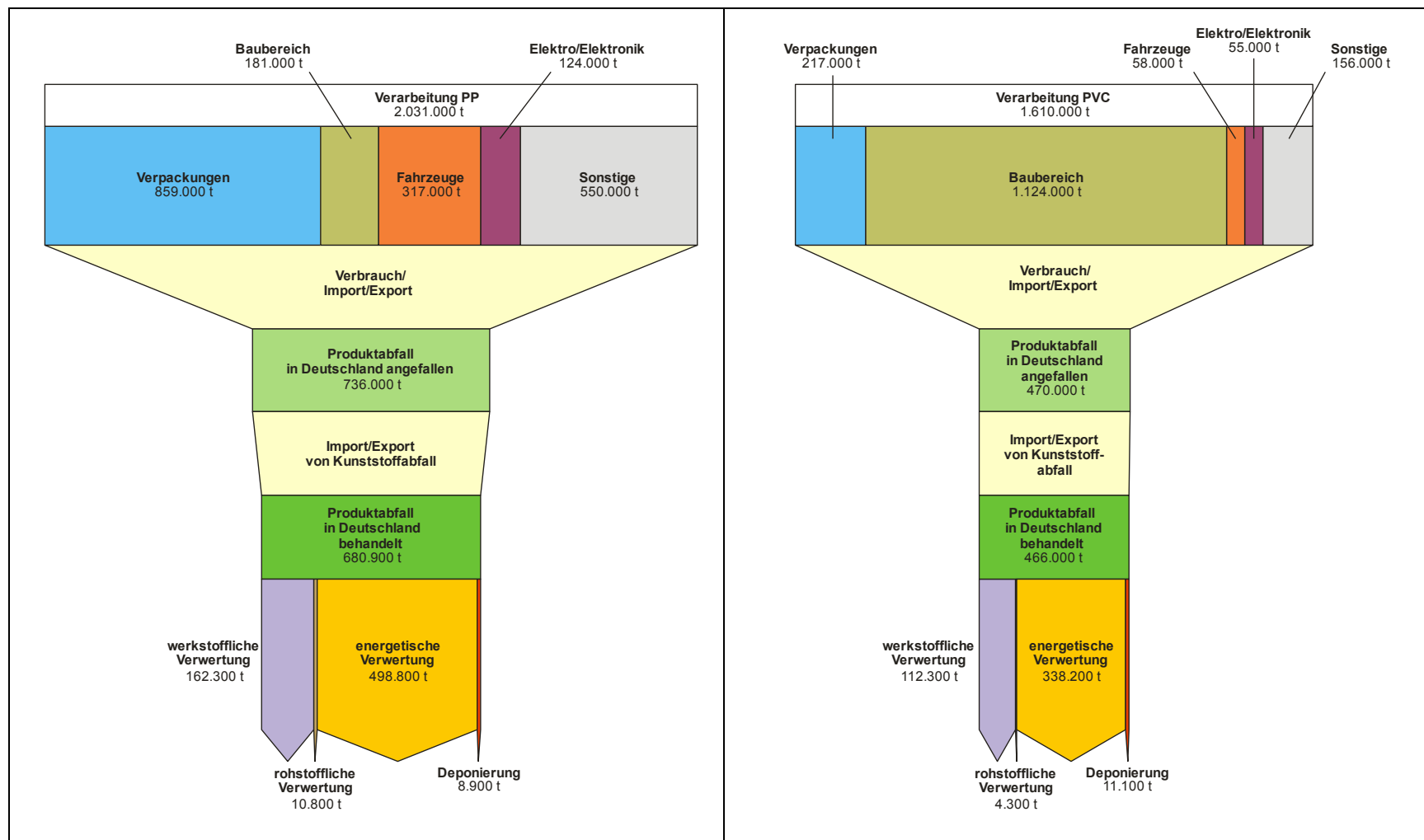
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 23: Verarbeitungsmengen und Aufteilung der in Deutschland behandelten Produktabfälle PE-LD und PE-HD auf die Entsorgungswege im Jahr 2011



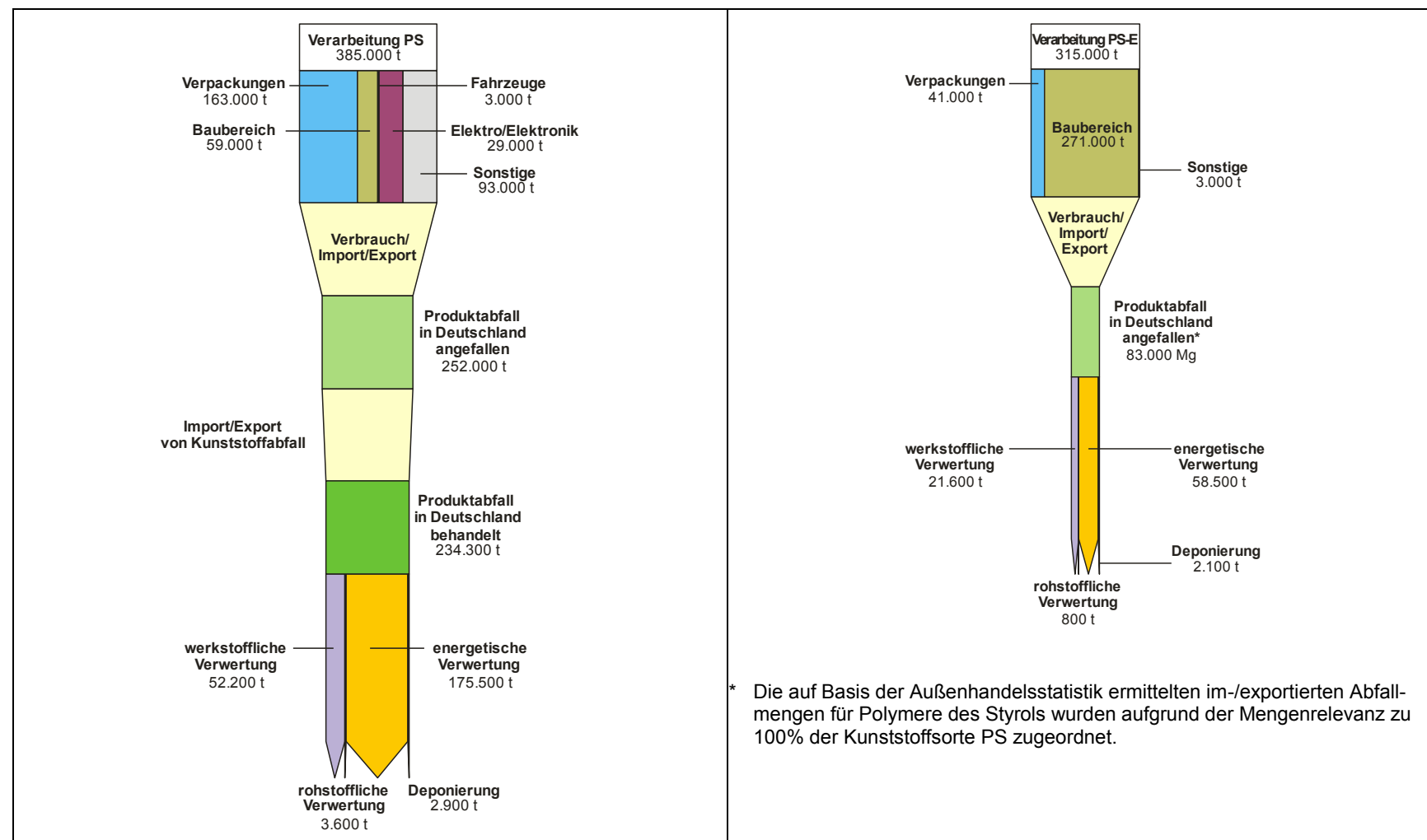
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 24: Verarbeitungsmengen und Aufteilung der in Deutschland behandelten Produktabfälle PP und PVC auf die Entsorgungswege im Jahr 2011



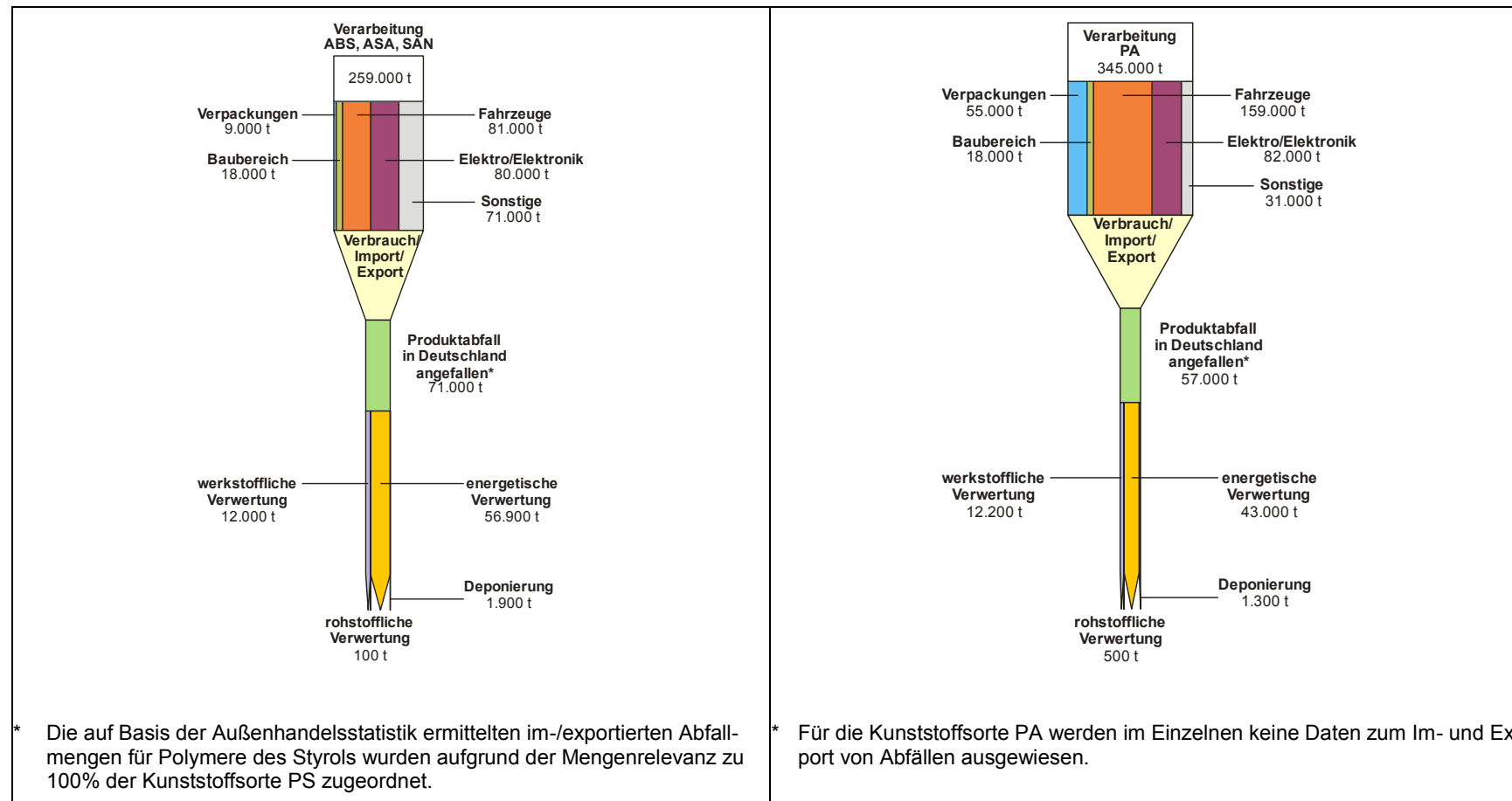
Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 25: Verarbeitungsmengen und Aufteilung der in Deutschland behandelten Produktabfälle PS und PS-E auf die Entsorgungswege im Jahr 2011



Quelle: eigene Darstellung

Abbildung 26: Verarbeitungsmengen und Aufteilung der in Deutschland behandelten Produktabfälle ABS, ASA, SAN und PA auf die Entsorgungswege im Jahr 2011



Quelle: eigene Darstellung

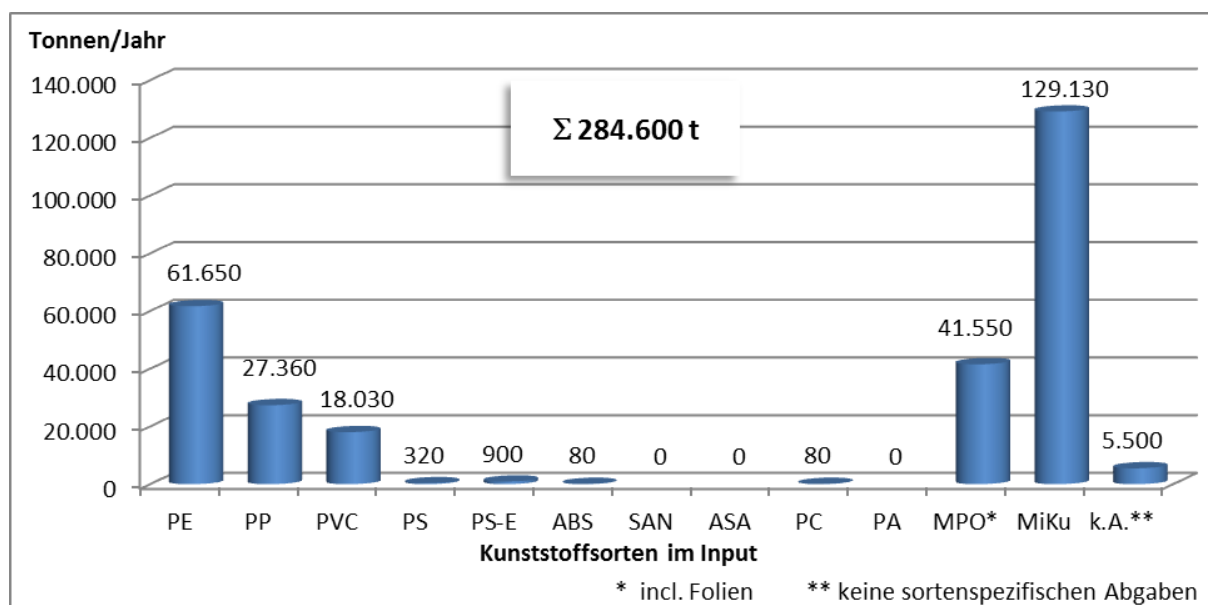
4.4 Entsorgungswege der untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten

Auf Basis der vorliegenden Daten zum Kunststoffabfallaufkommen konnte, differenziert für die untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten, die in Deutschland einer werkstofflichen Verwertung zugeführte Menge von rund 668.100 t näherungsweise ermittelt werden (vgl. Kapitel 4.3). Im Rahmen der Fragebogenaktion wurden ergänzend Informationen zu der Herkunft und Zusammensetzung der werkstofflich verwerteten Kunststoffabfälle ausgewertet.

Die Verarbeitungsmenge der befragten Altkunststoffaufbereiter¹² betrug im Jahr 2011 insgesamt etwa 328.900 t, davon entfielen rund 284.600 t auf die untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten aus dem Produktabfallbereich, weitere 44.300 t Kunststoffabfälle stammten aus der Produktion und Verarbeitung von Kunststoffen¹³. Die Anlagen verfügen zusammen über eine genehmigte Verarbeitungskapazität von rund 549.650 Jahrestonnen, bei einer Schwankungsbreite von 600 bis 100.000 t/a. Die mittlere Auslastung des Jahres 2011 betrug somit etwa 57 % (Schwankungsbreite: 33 % bis 100 %). Ferner ist festzustellen, dass in den Anlagen der befragten Unternehmen im Jahr 2011 knapp 43 Massenprozent der für eine werkstoffliche Verwertung zur Verfügung stehenden Kunststoffabfälle verarbeitet wurden.

Die Auswertungsergebnisse zeigen, dass der Input maßgeblich Mischkunststoffe (MiKu), Polyolefine (MPO, hierbei handelt es sich um ein PE/PP-Gemisch) sowie die Kunststoffsorten PE, PP und PVC umfasst. Technische Kunststoffe (ABS, SAN, ASA, PA, PC) gehören nicht oder in vergleichsweise sehr geringen Mengen zum Inputspektrum der befragten Unternehmen.

Abbildung 27: Kunststoffsorten im Input der befragten Altkunststoffverwertungsbetriebe für das Jahr 2011



Quelle: Eigene Darstellung, erstellt auf Grundlage der Fragebogenerhebung

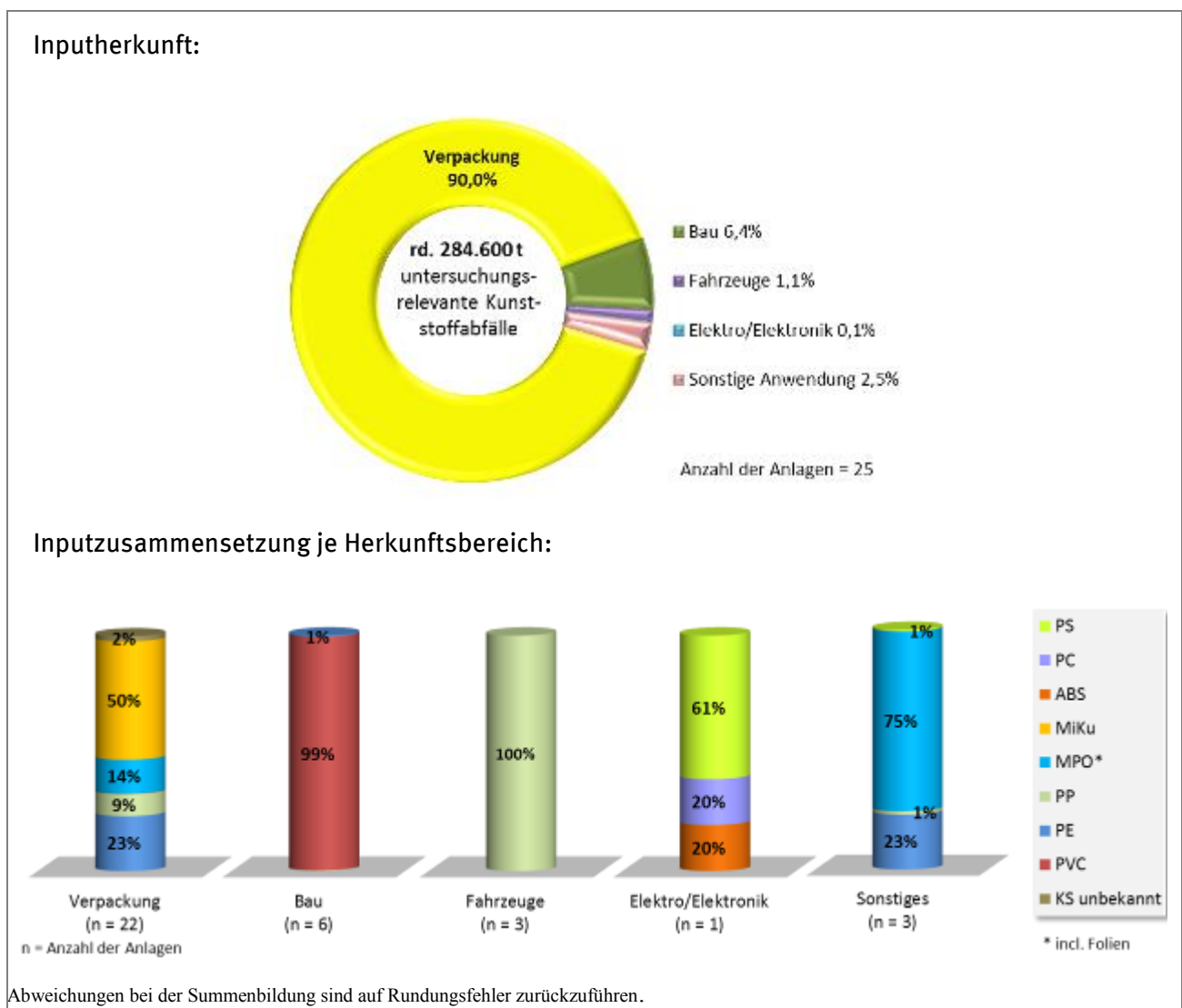
¹² Vor dem Hintergrund der Untersuchung von Kunststoffabfällen aus dem Produktbereich (Endverbrauch) konnten die Angaben von insgesamt 25 Anlagen ausgewertet werden.

¹³ Diese Abfälle sind nicht Gegenstand der Untersuchung.

Rund 90 Massenprozent des Inputs entfallen auf Abfälle aus dem Verpackungsbereich (Abbildung 28). Der maßgebliche Anteil der angelieferten Mengen entfällt auf Mischkunststofffraktionen (MiKu) und Polyolefin-Gemische (MPO).

Die Aufbereitung der Kunststoffabfälle aus dem Bau-, Fahrzeug- und Elektroaltgerätesektor wird von Unternehmen dominiert, die sich auf die Aufbereitung bestimmter Kunststoffsorten aus diesen Bereichen spezialisiert haben. Die hier dargestellte Zusammensetzung zeigt somit ggf. kein repräsentatives Bild für die Verwertung von Kunststoffsorten aus diesen Branchen. Verglichen mit den jeweils zur Produktion eingesetzten Kunststoffsorten weisen die Kunststoffabfälle je Herkunftsbereich jedoch eine charakteristische Zusammensetzung auf (vgl. Kapitel 3.2, Abbildung 11). Dies zeigt sich auch für die Kunststoffabfälle aus dem Bau-, Fahrzeug- und Elektroaltgerätesektor. Während aus dem Baubereich überwiegend PVC-Abfälle verwertet werden, konzentrieren sich die Anlagenbetreiber bei der Aufbereitung von Kunststoffabfällen aus dem Fahrzeugsektor auf große Kunststoffteile aus PP (hier maßgeblich PKW-Stoßfänger), Kunststoffe aus dem Elektroaltgerätebereich umfassen dagegen die Sorten ABS, PC und PS.

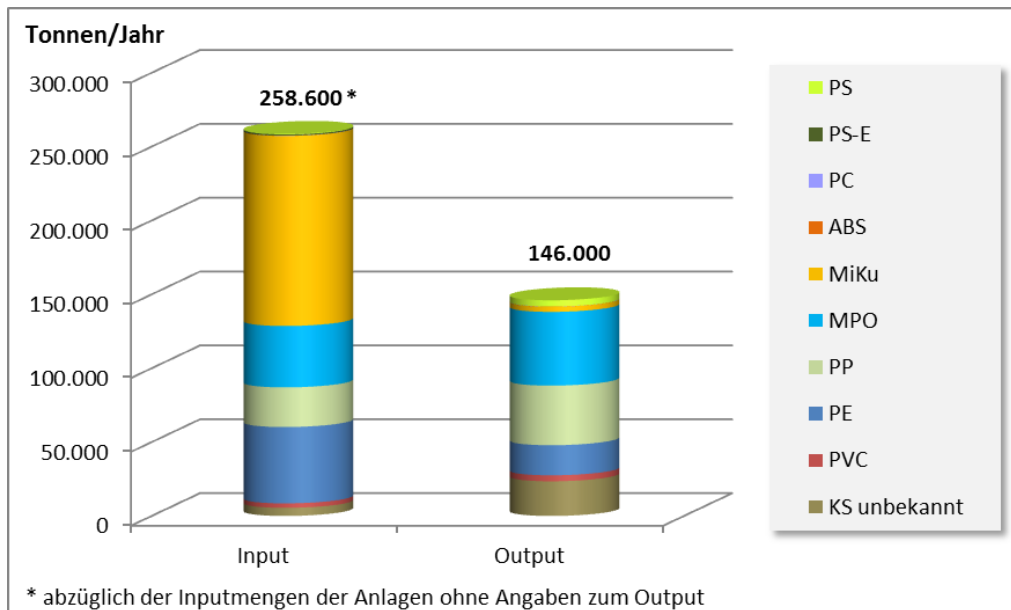
Abbildung 28: Herkunft und Zusammensetzung der Kunststoffabfälle im Input der befragten Altkunststoffverwertungsbetriebe für das Jahr 2011



Quelle: Eigene Darstellung, erstellt auf Grundlage der Fragebogenerhebung

Im Jahr 2011 wurden in den befragten Unternehmen insgesamt rund 146.000 t Kunststoffrezyklat generiert. Von drei Anlagenbetreibern mit einer Inputmenge von zusammen 26.000 Jahrestonnen¹⁴ wurden keine Angaben hinsichtlich Menge und Verbleib der Produkte gemacht. Bezogen auf die aufbereitete Kunststoffabfallmenge und bereinigt um den Input der Anlagen ohne Angaben zum Output beträgt die mittlere Rezyklatausbeute etwa 56 Massenprozent (Abbildung 29). Hier zeigt sich, dass sich die erzeugte und für die Herstellung neuer Produkte tatsächlich einsetzbare Rezyklatmenge durch Verluste während der Aufbereitung erheblich reduziert.

Abbildung 29: Input und Output der werkstofflichen Verwertung



Quelle: Eigene Darstellung, erstellt auf Grundlage der Fragenbogenerhebung

4.5 Rezyklatausbeute

Welche Menge eines Stoffstroms, der einer werkstofflichen Verwertung zugeführt wird, letztendlich als Rezyklat zur Herstellung neuer Produkte eingesetzt werden kann, ist maßgeblich abhängig von der Aufbereitungstiefe und der Qualität der vorsortierten Kunststofffraktionen.

Nach den Ausführungen von Dehoust et al. 2012 können Rezyklatausbeuten zwischen 70 % (z.B. PE-Folien) und 80 % (z.B. PET aus der Kunststoffartentrennung) erzielt werden; für die Aufbereitung von Mischkunststoffen zu Regranulat werden aufgrund eines höheren Anteils an Verunreinigungen dagegen Ausbeuten zwischen 40 und 60 % angegeben.

Zu hohe Wassergehalte und Störstoffanteile im Inputmaterial der Kunststoffaufbereitung können jedoch auch Rezyklatausbeuten zur Folge haben, die deutlich unter den von Dehoust et al. 2012 angegebenen Werten liegen. Die Produktqualität vorsortierter Fraktionen soll im Bereich der Verpackungsabfälle durch definierte Produktspezifikationen sichergestellt werden. Eine Mischkunst-

¹⁴ Darunter PVC, PE, PP und MPO.

stofffraktion umfasst demnach gebrauchte, restentleerte, systemverträgliche Artikel aus verpackungstypischen Kunststoffen (PE, PP, PS, PET) incl. der Nebenbestandteile (u.a. Verschlüsse, Etiketten); der Störstoffanteil¹⁵ soll 10 Massenprozent nicht überschreiten.

Textor 2013 zufolge, ist der Anteil nicht-spezifikationsgerechter Mischkunststoffanlieferungen von durchschnittlich 38 % in den Jahren 2005 bis 2010 massiv auf rund 81 % in den Jahren 2011 und 2012 angestiegen. Der Störstoffanteil der Mischkunststofffraktionen lag im Mittel bei 15 Massenprozent, also deutlich höher als es gemäß der Produktspezifikation zulässig ist.

Mit dem Ziel einer kostenoptimierten Betriebsweise sind die Sortieranlagenbetreiber bestrebt, die Anlagen mit möglichst hohen Durchsätzen auszulasten. Dieses Konzept geht jedoch zu Lasten der Produktqualität, so führen Bandüberbelegungen zu Minder- oder Fehlausträgen, im Klartext also zu höheren Störstoffgehalten in den sortierten Fraktionen. Hohe Störstoffgehalte finden sich nicht allein in der Mischkunststofffraktion, auch vorsortierte Kunststoffsorten (u.a. PP) sowie die Folienfraktion aus der LVP-Sortierung sind hiervon betroffen (Textor 2013). Wird der Output der Sortieranlagen darüber hinaus nicht wie gefordert trocken, sondern unüberdacht im Freien gelagert, führt dies unweigerlich zur Wasseraufnahme. Hohe Feuchteverluste in den nachgelagerten Prozessen der Rezyklataufbereitung sind die Folge.

4.6 Absatzmärkte und Vertriebswege für Kunststoffrezyklate

Auf der Grundlage von Literaturrecherchen und Auskünften von Akteuren der Recyclingwirtschaft können nachfolgend die Einsatzbereiche der erzeugten Kunststoffrezyklate angegeben werden. Öffentlich verfügbare statistische Erhebungen zum Rezyklateinsatz existieren nicht.

Die Verpackungsabfälle machen den mengenmäßig größten Anteil der anfallenden Kunststoffabfälle aus. Sekundärkunststoffe aus dem Verpackungsbereich werden im Anschluss an eine Kunststoffsortentrennung (PE, PP, PS, polyolefinreiche Mischkunststoffe) zu Regranulaten, Agglomeraten und/oder Mahlgut aufbereitet. Abnehmer sind vor allem Produzenten aus dem Bereich der Folienherstellung (Einkaufstüten, Müllsäcke etc.) sowie der Herstellung langlebiger Güter bspw. für Haushaltswaren oder Produkte für den Baubereich. Die nachfolgende Tabelle gibt einen qualitativen Überblick über die Einsatzbereiche einzelner Kunststoffrezyklate aus Verpackungsabfällen und benennt Produktbeispiele.

¹⁵ Unter Störstoffen werden gemäß Produktspezifikation für Mischkunststoffe u.a. Papier- und Pappreste, PVC-Artikel, Glas und Metall-Artikel gezählt (Produktspezifikation 04/2009 Fraktions-Nr. 350).

Tabelle 16: Einsatzbereiche für Regranulate aus Sekundärkunststoffen (Herkunft: Verpackungen)

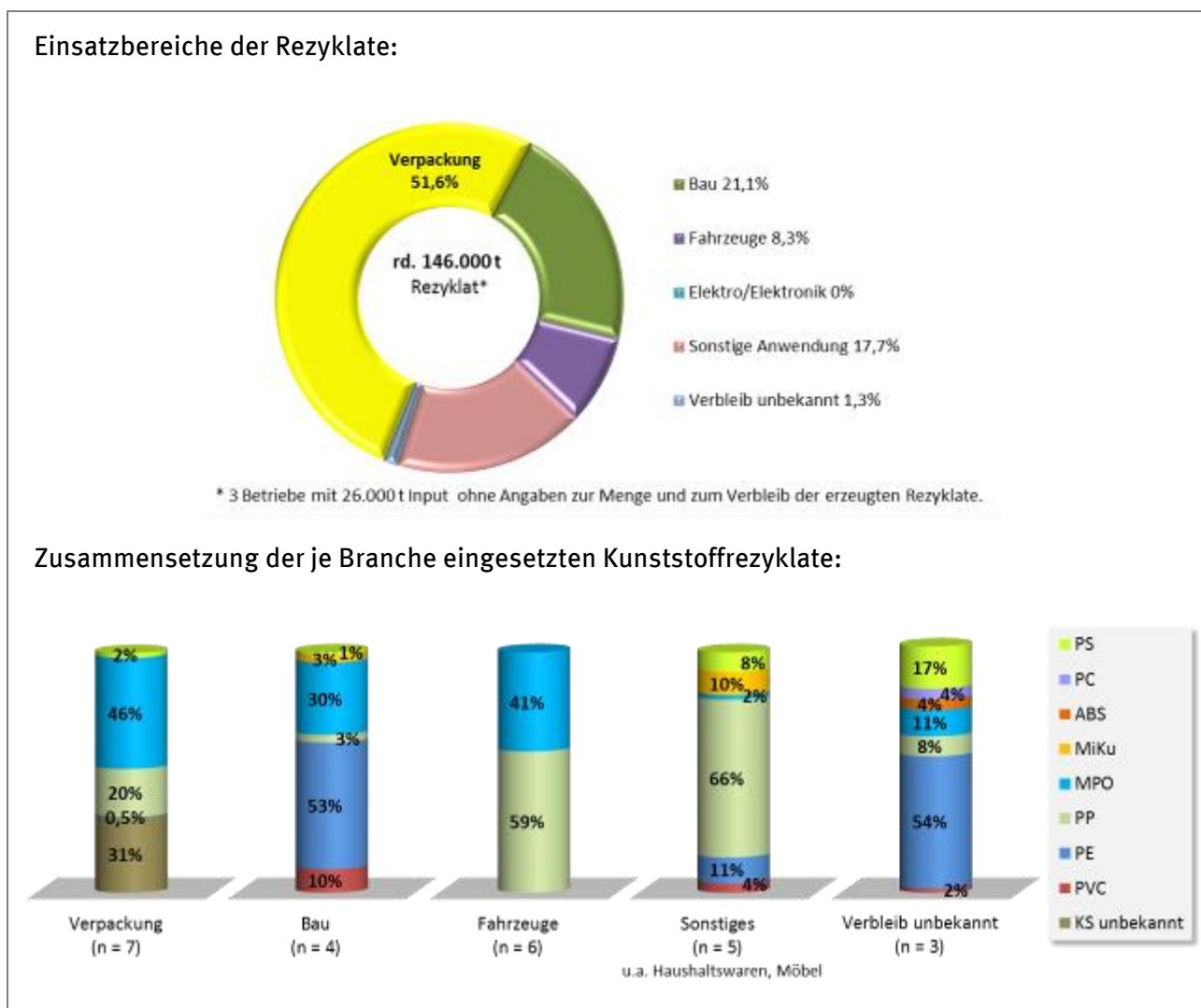
Sekundärkunststoffe	Einsatzbereich (Beispiele)	Produktbeispiele
PE-LD-Folienregranulat	Bau Verpackungen Haushaltswaren	Tragetaschen, Abfallsäcke, Folien für Verpackungen (keine Lebensmittel) und Bauanwendungen, Rohre, Profile, Rasengitter.
PP-Regranulat	Fahrzeugbau Bau Verpackungen	Automobilteile (z.B. Unterbodenapplikationen, Radkästenschutz), Rohre, Verpackungen (Non-Food, z.B. Flaschen), Lagerkästen, Regentonnen, Komposter
PE-HD-Regranulat	Bau Haushaltswaren	Kabelschutz-, Abwasser- und Drainagerohre, Profile, Abfallbehälter, Aufbewahrungskörbe, Eimer, Rasengitter
PS-Regranulat	Haushaltswaren Möbelindustrie	Schubladenbox, Kleiderbügel, Möbelemente, Pflanzentrays
EPS-Mahlgut	Bau	Zuschlagstoff für Leichtlochziegel und Leichtbeton, Styroporplatten und -blöcken (Zugabe zu Frischmaterial)
PO-Regranulat aus Mischkunststoffen	Bau Haushaltswaren	Profile, Rohre, Paletten, Verpackungsboxen, Bauzaunfüße, Palisaden, Brettprofile, Sitzbänke, Pfosten

Quelle: Eigene Darstellung, erstellt nach Heyde 2011, Blauer Engel

In der Bedeutung nachgelassen hat die Produktion dickwandiger Erzeugnisse aus Mischkunststoffen (z.B. Parkbänke, Standfüße für Beschilderungen). Dies bestätigt auch die Erhebung bei den Rezyklateurzeugern. Danach gaben lediglich 3 Unternehmen an, Agglomerate aus Mischkunststoffen für dickwandige Kunststoffprodukte herzustellen.

Zum Verbleib der aus den verschiedenen Einsatzbereichen insgesamt zurückgewonnenen Kunststoffrezyklate hat die projektbegleitende Befragung ergeben, dass der Großteil (ca. 52 Massenprozent) der in den befragten Unternehmen erzeugten Kunststoffrezyklate wieder für die Produktion von Verpackungen eingesetzt wird (Abbildung 30). Die Rückführung in die Produktion von Bauprodukten belief sich auf rund 21 Massenprozent der erzeugten Rezyklate, weitere rund 8 Massenprozent wurden für die Produktion von Fahrzeugbauteilen verwendet und knapp 18 Massenprozent sind in Anwendungen wie Haushaltswaren und Sport- und Freizeitgeräten eingesetzt worden. Um welche Kunststoffsorten es sich hierbei im Einzelnen handelt, ist nachfolgend in Abbildung 30 dargestellt. Es zeigt sich, dass Rezyklate aus den Massenkunststoffen PP, PE sowie das Gemisch daraus (MPO) in allen hier betrachteten Branchen Anwendung finden.

Abbildung 30: Verbleib der erzeugten Kunststoffrezyklate und Zusammensetzung je Branche



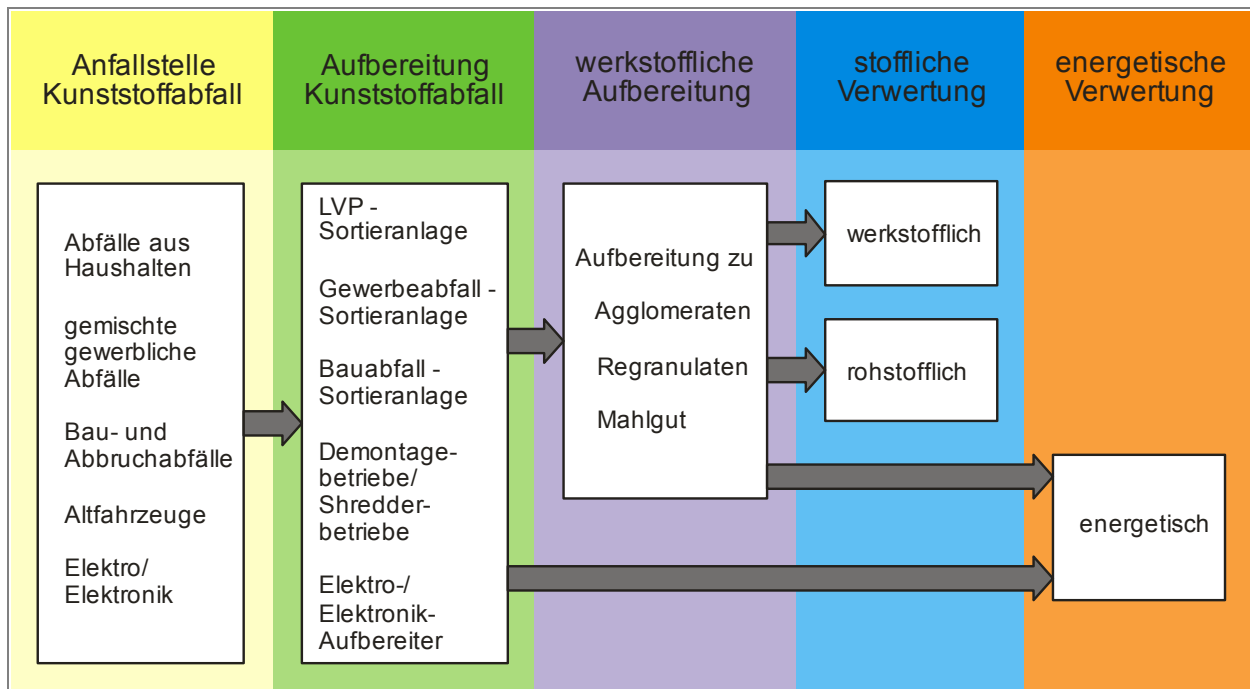
Quelle: Eigene Darstellung, erstellt auf Grundlage der Fragenbogenerhebung

Der Kenntnisstand der Altkunststoffaufbereiter über die Einsatzbereiche und Einsatzmengen ihrer erzeugten Rezyklate, ist in erster Linie von der Vertriebsweise der Rezyklate abhängig. Die befragten Unternehmen vertreiben die Produkte mehrheitlich auf direktem Weg, d.h. ohne Zwischenhändler, sowohl an inländische als auch an ausländische Kunden. Teilweise werden bis zu 75 Massenprozent der in einem Unternehmen erzeugten Rezyklate, maßgeblich PE, PP, PVC, PS und MPO, exportiert.

5 Stand der Aufbereitung kunststoffhaltiger Produktabfälle

Kunststoffabfälle werden bei den zu betrachtenden Anfallstellen nicht sortenrein getrennt erfasst. Zur Abtrennung einzelner Produktströme müssen die anfallenden Gemische vorerst sortiert oder im Fall der Altfahrzeuge bzw. Elektroaltgeräte demontiert und zerlegt werden. Die Aufbereitung durch Sortierung, Demontage oder Zerkleinerung stellt lediglich Wertstofffraktionen bereit, die mit dem Ziel einer stofflichen oder energetischen Verwertung einer gezielten Nachaufbereitung bedürfen.

Abbildung 31: Anfallstellen von Kunststoffabfällen und Aufbereitungsschritte zur Verwertung (vereinfacht)

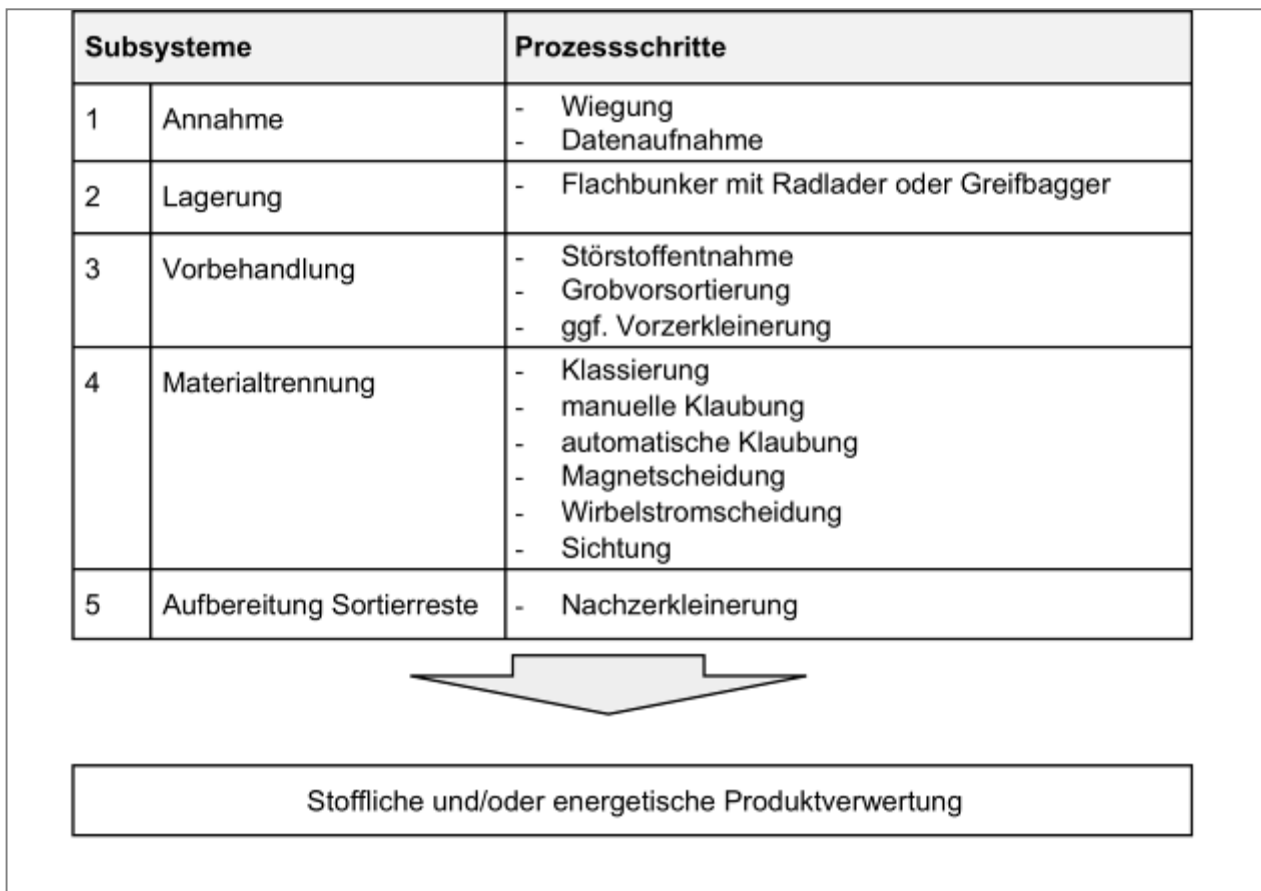


Quelle: Eigene Darstellung

Im Bereich der Aufbereitungs- und Verwertungstechnik hat es in den letzten Jahren diverse Entwicklungen gegeben, die bereits Eingang in die Praxis gefunden haben. In den folgenden Kapiteln wird der Stand der Aufbereitungs- und Verwertungstechnik aufgenommen.

Sortieranlagen werden in Abhängigkeit des zu sortierenden Materialgemisches konzipiert, entsprechend ist die Komplexität der verfahrenstechnischen Ausstattung der Anlagen sehr unterschiedlich. Abbildung 32 zeigt beispielhaft einen prinzipiellen Verfahrensaufbau einer komplexeren Sortieranlage.

Abbildung 32: Prinzipieller Verfahrensaufbau von Sortieranlagen



Quelle: Eigene Darstellung

5.1 Trockene Sortierung von Kunststoffabfällen aus Verpackungen und stoffgleichen Nichtverpackungen

Die gemischt gesammelten Leichtverpackungen und stoffgleichen Nichtverpackungen müssen in Sortieranlagen in einzelne Produktströme wie bspw. Kunststoffe und Metalle aufgetrennt werden. LVP-Sortieranlagen verfügen mittlerweile über ein breites Spektrum an unterschiedlichen mechanischen Aufbereitungstechniken, so dass heutzutage die im Gemisch enthaltenen Wertstoffe beinahe vollständig in einzelne Fraktionen sortiert werden können.

Mittels Trommelsieben, Windsichtern und Ballistikseparatoren wird das Verpackungsgemisch nach Größe, Gewicht und Form sortiert. Magneten und Wirbelstromabscheider trennen Fe- und NE-Metalle von den übrigen Materialien.

Am Ende der Sortierung liegen insgesamt mehr als 10 Fraktionen vor, bestehend aus Fe- und NE-Metallen, diversen Kunststoffsorten, Folien, Mischkunststoffen, Flüssigkeitskartons, einem PPK-Anteil sowie dem Sortierrest.

Abbildung 33: Folien



Quelle: u.e.c. Berlin b

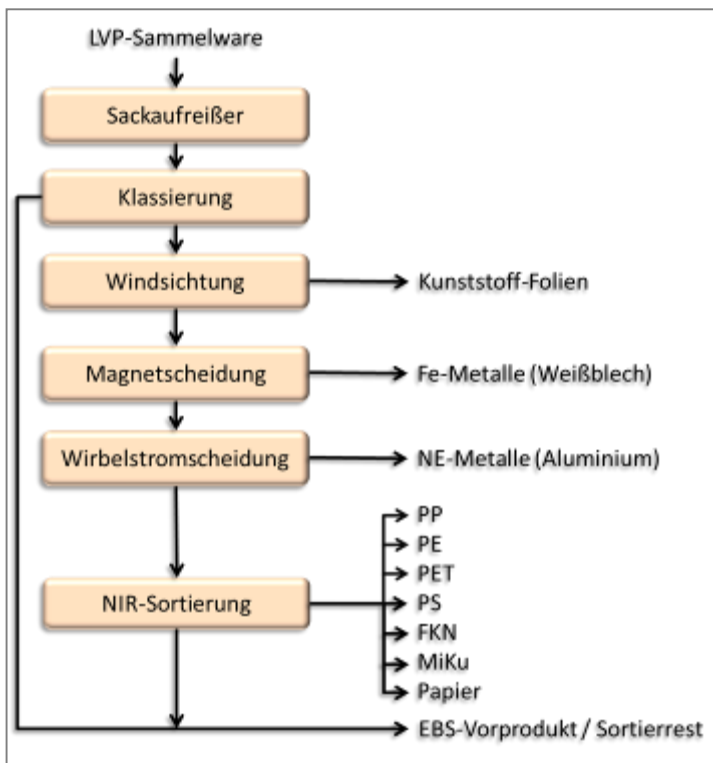
Abbildung 34: Mischkunststoffe



Quelle: u.e.c. Berlin b

Eine manuelle Sortierung der Verpackungsgemische erfolgt heutzutage nur noch im Rahmen der Produktkontrolle und spielt eine eher untergeordnete Rolle.

Abbildung 35: Vereinfachtes Blockfließbild einer LVP-Sortieranlage, Stand der Technik



Quelle: Eigene Darstellung, erstellt nach Dehoust et al. 2012

Insbesondere die Entwicklung von Nahinfrarot-Trennern (NIR-Trennern) brachte einen wesentlichen Fortschritt im Bereich der Sortierung von Kunststoffgemischen. Die NIR-Technik macht sich die materialabhängige Reflexionsintensität bei verschiedenen Wellenlängen zunutze. Auf diese Weise werden je nach Zielstellung u.a. verschiedene Kunststoffsorten aus einem Gemisch separiert.

Die Sortierung von LVP-Sammelgemischen ist neben der Aushaltung von Folien (Gemisch aus PP und PE) standardmäßig auf die Kunststoffsorten PE, PP und PS ausgerichtet. Die PET-Anteile in einem LVP-Gemisch sind qualitativ nicht vergleichbar mit der PET-Fraktion aus dem Pfandflaschensystem. Sogenanntes Misch-PET wird, sofern ein Absatzmarkt für stark vermischte PET-Fractionen vorhanden ist, demzufolge nur bedarfsweise aussortiert. Ebenfalls standardmäßig nicht separiert werden Verpackungen aus expandiertem Polystyrol (PS-E). PS-E eignet sich prinzipiell gut für eine werkstoffliche Verwertung, allerdings weist das Material aus einem LVP-Sammelgemisch einen hohen Grad an Verschmutzungen auf. Die Produktspezifikation – weiß und unverschmutzt (Reinheit von 97 %) – kann i.d.R. nicht eingehalten werden.

Mit Öffnung des LVP-Sammelsystems für die stoffgleichen Nichtverpackungen werden ferner Produktabfälle wie beispielsweise Spielwaren (z.B. ABS), CDs / DVDs (PC) und Abdeckungen für Schalter und Steckdosen (z.B. ABS, PA) mit erfasst. Grundsätzlich können mittels der NIR-Technik auch die technischen Kunststoffe aus dem Sammelgemisch separiert werden. Aus wirtschaftlichen Gründen erfolgt eine Sortierung von Kunststoffsorten jedoch erst, wenn eine gewisse Mengenschwelle erreicht wird. Bei dem derzeitigen Sortierregime, das auf die oben genannten Massenkunststoffe ausgerichtet ist, verbleiben diese Kunststoffsorten somit eher in der Mischkunststofffraktion oder im EBS-Vorprodukt.

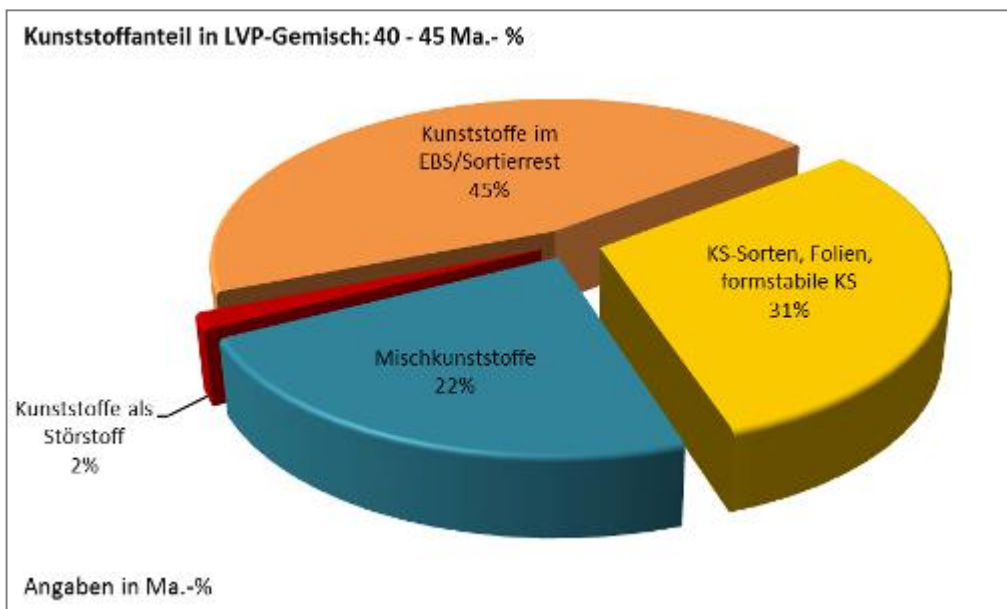
NIR-Trenner zur Separierung einzelner Kunststoffsorten kommen überwiegend in Anlagen größerer Kapazität zum Einsatz. Deutschlandweit setzen nur etwa ein Drittel der LVP-Sortieranlagen diese Technik ein, jedoch werden etwa 70 % des gesamten LVP-Aufkommens in diesen Anlagen behandelt

(Bünemann et al. 2011, Bundeskartellamt 2012). In den derzeit sechs größten LVP-Sortieranlagen Deutschlands sind Verarbeitungskapazitäten zwischen 80.000 und 160.000 t/a genehmigt. Insgesamt beträgt die installierte Verarbeitungskapazität aller LVP-Sortieranlagen mit Stand 2012 ca. 3,1 Mio. t/a (Bundeskartellamt 2012).

Trotz der innovativen NIR-Technik zeigen verschiedene Untersuchungen, dass immer noch ein erheblicher Anteil der Kunststoffe in den Mischfraktionen (Ersatzbrennstoff, Mischkunststoffe) ausgebracht wird (Abbildung 36) (u.e.c. Berlin a).

Der Anteil der Kunststoffverpackungen in einem LVP-Sammelgemisch beträgt etwa 40 - 45 Massenprozent. Während insgesamt etwa 31 Massenprozent maßgeblich als Kunststoffsorten (PP, PE, PS) und Folien aussortiert werden und weitere rund 22 Massenprozent in einem Kunststoffgemisch die Anlage verlassen und einer werkstofflichen Verwertung zugeführt werden, verbleiben etwa 45 Massenprozent der Kunststoffe in der EBS-Fraktion bzw. im Sortierrest.

Abbildung 36: Verbleib der Kunststoffe im Output einer LVP-Sortieranlage



Quelle: u.e.c. Berlin a

5.2 Trockene Sortierung von Kunststoffabfällen aus gemischten Gewerbe- und Bauabfällen sowie aus Sperrmüll

Für die Sortierung von gemischten gewerblichen Abfällen¹⁶, Sperrmüll und gemischten Bauabfällen steht bundesweit eine Vielzahl von Anlagen zur Verfügung. Ausgehend von der Komplexität der verfahrenstechnischen Ausstattung sind hierunter

- einfache Anlagen zur Sortierung ohne Klassierstufe,
- Sortieranlagen mittlerer Komplexität mit Klassierung und ggf. Zerkleinerung sowie

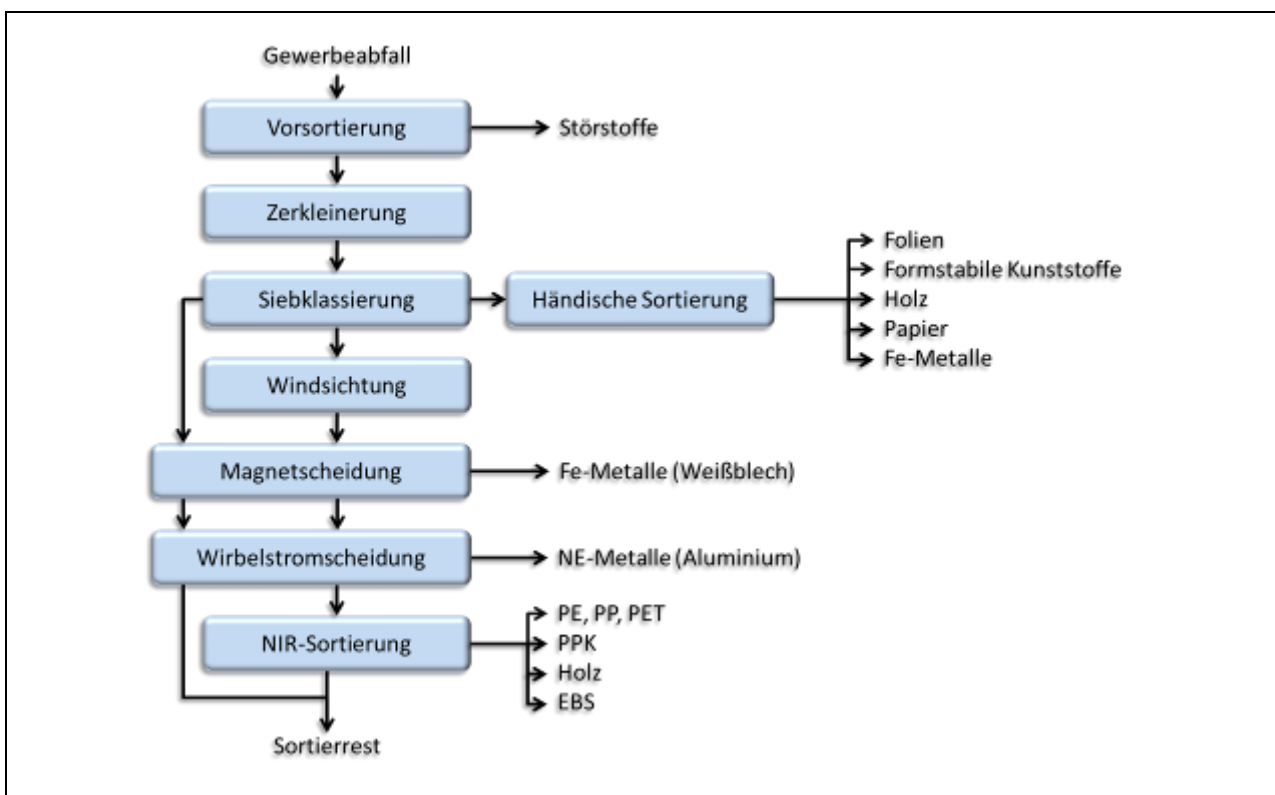
¹⁶ Hierunter fallen gemischte Siedlungsabfälle gewerblichen Ursprungs, die getrennt vom Hausmüll angeliefert oder eingesammelt werden. Im Rahmen der statistischen Erhebung werden diese Abfälle unter dem Abfallschlüssel AS 20030102 zusammengefasst. Darüber hinaus werden gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle auch als Verpackungsgemische mit dem Abfallschlüssel AS 15010600 entsorgt (Dehne et al. 2011).

- Sortieranlagen hoher Komplexität mit Klassierung, Zerkleinerung und Sensortechnik bzw. EBS-Anlagen

zu unterscheiden (Dehne et al. 2011).

Für die mechanische Aufbereitung stehen moderne mehrstufige Anlagen bereit, die dem Stand der Technik entsprechen. Nach einer Vorzerkleinerung wird der Abfall durch Siebung und Windsichtung mehrfach klassiert und durch Magneten und Wirbelstromscheider von Eisen- und Nichteisenmetallen befreit. Teilweise kommen auch NIR-Trenner zum Einsatz. Die manuelle Sortierung ist in der Regel lediglich im Rahmen der Produktkontrolle Bestandteil der Sortierkette. Die Outputfraktionen umfassen Fe- und NE- Metalle, Holz, Kunststofffolien, ggf. werden auch formstabile Kunststoffe (z.B. Eimer, Kanister), Kunststoffsorten (u.a. PP, PE, PET) und Papier/Pappen aussortiert. Nicht weiter verwertbare, heizwertreiche Sortierreste werden als Ersatzbrennstoff energetisch verwertet.

Abbildung 37: Blockfließbild einer komplexen Gewerbeabfallsortieranlage, Stand der Technik



Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach Dehne et al. 2011)

Die Sortierung gemischter Gewerbeabfälle und Sperrmüll zielt jedoch in erster Linie auf die Herstellung vermarktungsfähiger Produkte, die den Qualitätsanforderungen der Produktabnehmer entsprechend hergestellt werden. Insofern wird die Komplexität einer Sortieranlage für gewerbliche Abfälle im Wesentlichen durch die individuellen Produkthanforderungen bestimmt.

Abbildung 38: Kunststoffformteile aus der Gewerbeabfallsortierung

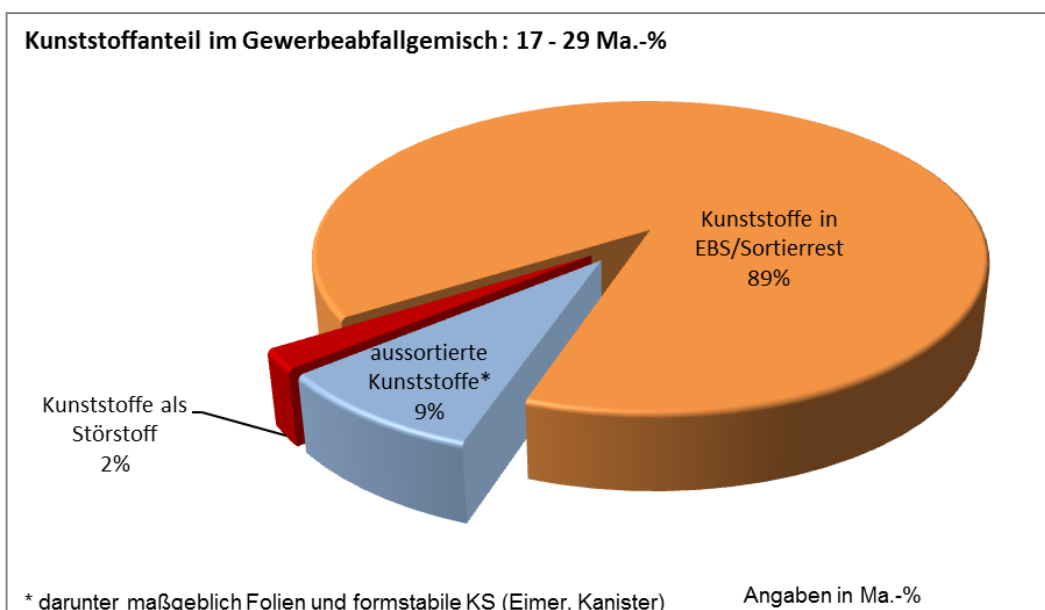


Quelle: u.e.c. Berlin b

Eine in Nordrhein-Westfalen bereits im Jahr 2004 durchgeführte Untersuchung von Sortieranlagen ergab, dass nur etwa 10 % der in diesem Bundesland betriebenen Anlagen über einen hohen technischen Standard verfügten (Both et al. 2005). Zu ähnlichem Ergebnis kam auch eine 5 Jahre später durchgeführte Untersuchung im Land Sachsen-Anhalt, wonach die Mehrheit der untersuchten Anlagen (insgesamt 60 Anlagen) als Sortieranlagen mittlerer Komplexität sowie als EBS-Aufbereitungsanlagen einzustufen war (Oetjen-Dehne et al. 2009).

Die Aushaltung von Kunststoffen ist in der Regel auf die Sortierung großer Folien und formstabiler Kunststoffe (z.B. Eimer, Kanister) beschränkt. Der überwiegende Anteil der in Gewerbeabfällen enthaltenen Kunststoffe ist Bestandteil der EBS-Fraktion (Abbildung 39). Etwa 17 bis 29 Massenprozent eines Gewerbeabfallgemisches entfallen auf Kunststoffabfälle, davon werden rund 89 Massenprozent als EBS ausgetragen (Dehne et al. 2014).

Abbildung 39: Verbleib der Kunststoffe im Output einer Gewerbeabfallsortieranlage



Quelle: Dehne et al. 2014

Sortieranlagen für gemischte Abfälle aus dem Baubereich verfügen in der Regel über eine sehr einfache Sortiertechnik. Innovative Sortiervverfahren sind insbesondere aus wirtschaftlichen Gründen bislang nicht eingesetzt worden. Nach einer groben Baggervorsortierung, Vorzerkleinerung und Klassierung werden standardmäßig neben Fe- und NE-Metallen, größere Kunststoffformteile (u.a. Eimer, Kanister, Rohre) und Folien mechanisch oder manuell ausgelesen. Eine sortenreine Trennung erfolgt hierbei nicht.

Die NIR-Technik zur Sortierung einzelner Kunststoffsorten wird bisher nur in wenigen Anlagen eingesetzt. Das hat vor allem technische Ursachen, da die in den Abfallgemischen häufig anfallenden dunkel gefärbten Kunststoffe (schwarz, blau etc.) aufgrund der fehlenden Reflexionseigenschaften nicht mittels NIR-Technik differenziert werden können.

5.3 Aufbereitung von Altfahrzeugen und Elektro-/Elektronikaltgeräten

Die Überlassung, Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen ist grundsätzlich in der Altfahrzeug-Verordnung (AltfahrzeugV) geregelt. Diese richtet sich u.a. an die Hersteller und Vertreiber sowie die Betreiber von Demontagebetrieben und Schredderanlagen und regelt ferner die Entsorgung von Altteilen, die beispielsweise in Kfz-Werkstätten anfallen.

Die Anforderungen an die Vorbehandlung und Demontage in Demontagebetrieben umfassen zunächst die Schadstoffentnahme (u.a. Ausbau der Batterie) und Trockenlegung des Altfahrzeuges (Entnahme von Kraftstoff, Ölen, Kühler-, Bremsflüssigkeiten, Kältemittel etc.).

Vor der Überlassung der Restkarosse an eine Schredderanlage müssen

- ▶ Katalysatoren,
- ▶ Auswuchtgewichte,
- ▶ Aluminiumfelgen,
- ▶ Front-, Heck- und Seitenscheiben sowie Glasdächer,
- ▶ Reifen,
- ▶ große Kunststoffbauteile¹⁷ (z.B. Stoßfänger, Radkappen, Kühlergrill) sowie
- ▶ kupfer-, aluminium- und magnesiumhaltige Metallbauteile¹⁸

entfernt und vorrangig der Wiederverwendung oder stofflichen Verwertung zugeführt werden (Nr. 3.2.3.3 Anhang AltfahrzeugV).

Zur Erfüllung der gesetzlichen Informationspflichten gegenüber den Demontagebetrieben unter der EG-Altfahrzeug-Richtlinie 2000/53/EG (entsprechend in der deutschen Umsetzung §9 Abs. 2 AltfahrzeugV) hat sich der Großteil der international agierenden Automobilhersteller zusammengeschlossen und ein umfassendes Informationssystem zur Vorbereitung und Zerlegung von Altautos entwickelt (IDIS – International Dismantling Information System). Diese Datenbank umfasst insgesamt 844 verschiedene Modelle mit 1.755 Fahrzeugvarianten der teilnehmenden Hersteller (IDIS).

Ziel ist es, den Demontagebetrieben die nötigen Informationen für eine optimale Behandlung und Verwertung der Altfahrzeuge zur Verfügung zu stellen. Um den Vorgang der Demontage/Zerlegung zu erleichtern, werden mit dieser Datenbank für jedes Fahrzeugmodell umfangreiche Informationen zur Trockenlegung sowie zur Demontage der gemäß Anhang II EU-Altfahrzeug-Richtlinie auszubauenden schwermetallhaltigen Baugruppen und Bauteile zur Verfügung gestellt. Weitere Fahrzeugteile, die

¹⁷ Sofern diese beim oder nach dem Schreddern nicht in einer Weise getrennt werden, die eine stoffliche Verwertung ermöglicht.

¹⁸ Sofern die entsprechenden Metalle nicht beim oder nach dem Schreddern getrennt werden.

möglicherweise wiederverwertbar sind, werden zudem differenziert nach Kunststoffsorten, Glas und sonstigen Materialien ausgewiesen.

Die Praxis zeigt jedoch, dass insbesondere die Demontage großer Kunststoffbauteile, die für eine werkstoffliche Verwertung geeignet wären, im Wesentlichen durch wirtschaftliche Faktoren bestimmt wird. Hierzu zählen in erster Linie die Kosten für den Ausbau und für die Lagerung der (sperrigen) Bauteile, die Erlössituation und nicht zuletzt die Nachfrage am Markt nach Rezyklaten. Daher erfolgt die Demontage nur in geringem Umfang.

Im Anschluss an die Trockenlegung und Demontage werden die Altfahrzeuge gepresst und in Schredderanlagen zerkleinert. Die Anlagentechnik konventioneller Schredderbetriebe umfasst einen Fahrzeug-Schredder, Siebaggregate, Magnetscheider – teilweise an mehreren Positionen der Aufbereitungslinie – sowie Wirbelstromscheider für die Abtrennung von NE-Metallen. Technisch komplexere Anlagen verfügen zusätzlich über sensorgestützte Sortieraggregate (Metallsensoren, Farbkameras, NIR-Trenner etc.). Diese Anlagen erzeugen eine höhere Ausbeute und Reinheit ihrer Outputfraktionen (Titech 2009).

Der Fokus liegt jedoch auf der Separation von Eisen- und Nichteisenmetallen; übrig bleibt eine kunststoffhaltige Mischfraktion, die sogenannte Schredderleichtfraktion.

Für den Bereich der Altautoverwertung gelten ab dem Jahr 2015 neue Zielvorgaben. Bezogen auf das Fahrzeugleergewicht¹⁹ ist ab dem Jahr 2015 eine Gesamtverwertungsquote²⁰ von mindestens 95 Massenprozent einzuhalten; der Anteil der Wiederverwendung und stofflichen Verwertung soll dabei zusammen mindestens 85 Massenprozent betragen (§ 5 Abs. 1 AltfahrzeugV). Darüber hinaus legt die AltfahrzeugV betriebliche Verwertungsquoten für nichtmetallische Bauteile, Materialien, Betriebsflüssigkeiten und Rückstände fest. So müssen in Demontagebetrieben seit dem Jahr 2006 im Jahresmittel mindestens 10 Massenprozent der ausgebauten/entfernten Bauteile, Materialien und Betriebsflüssigkeiten wiederverwendet oder stofflich verwertet werden (Nr. 3.2.4.1 Satz 6 Anhang AltfahrzeugV). Für Schredderbetriebe wird sich die Verwertungsquote nichtmetallischer Schredderrückstände ab dem Jahr 2015 von derzeit 5 Massenprozent auf 10 Massenprozent erhöhen, zusätzlich sind 5 Massenprozent nichtmetallischer Schredderrückstände künftig einer stofflichen Verwertung zuzuführen (Nr. 4.1.2 Anhang AltfahrzeugV).

Bereits die erstmals im Jahr 2006 festgelegten Quoten für die Wiederverwendung und Verwertung von Altfahrzeugen (2000/53/EG, AltfahrzeugV) und das Ende der Übergangsfrist bis zum endgültigen Ablagerungsverbot heizwertreicher Rückstände auf Deponien im Juli 2009 (DepV) erhöhten den Druck, Wertstoffe verstärkt aus der Schredderleichtfraktion zu separieren.

Die Gesamtverwertungsquote²¹ für das Jahr 2011 betrug rund 98 Massenprozent, der Anteil der Wiederverwendung und stofflichen Verwertung belief sich dabei auf rund 88 Massenprozent (UBA BMU 2013). Es zeigt sich also, dass die geforderten Verwertungsquoten im Bereich der Altautoverwertung bereits eingehalten werden. Bei genauerer Betrachtung ist dies jedoch für die betrieblichen Verwertungsquoten für nichtmetallische Bauteile nicht der Fall. So wurden im Jahr 2011 in Demontagebe-

¹⁹ Im Sinne der AltfahrzeugV bedeutet Leergewicht das im Fahrzeugbrief ausgewiesene Leergewicht abzüglich Gewicht des Tankinhalts bei einer 90-prozentigen Füllung und seit 1997 abzüglich Gewicht des Fahrers (75 kg) (§ 2 Abs. 1 Nr. 23 AltfahrzeugV).

²⁰ Diese Quote setzt sich aus der Wiederverwendung und der Verwertung zusammen.

²¹ Bereinigt um die Effekte der Umweltpremie.

trieben bezogen auf die Summe der Fahrzeugleergewichte lediglich rund 7 Massenprozent nichtmetallische Bauteile etc. (ca. 30.700 t/a) ausgebaut/entfernt und wiederverwendet oder stofflich verwertet.

Es ist davon auszugehen, dass insbesondere die parallel zu der Gesamtverwertungsquote steigenden betrieblichen Recycling- und Verwertungsquoten für Schredderbetriebe die Demontage nichtmetallischer Bauteile, darunter auch sortenreine (große) Kunststoffteile, vor allem aber die trockenmechanische Aufbereitung der Schredderleichtfraktion verstärken werden.

Die eingesetzten Verfahren zur Aufbereitung der Schredderleichtfraktion werden unter dem Begriff Post-Shredder-Technologien zusammengefasst. Die Komplexität dieser Verfahren reicht dabei von einer einfachen Siebtrennung (in eine organikreiche Grobfraction und eine mineralische Feinfraction) und Eisenmetallabscheidung bis hin zu Anlagen, die mit Hilfe der Schwimm-Sink-Trennung und Wirbelstromabscheidung weitere nichtmetallische Wertstoffe abtrennen und einer werkstofflichen Verwertung zuführen.

Zwei der Anlagenkonzepte für großtechnische komplexe Post-Schredder-Techniken werden im Folgenden skizziert.

In Leipzig-Espenhain (Deutschland) wird eine großtechnische Anlage zur trockenmechanischen Aufbereitung u.a. der Schredderleichtfraktion (Kapazität bis zu 105.000 t/a) betrieben. Mittels Siebung und Windsichtung wird die Schredderleichtfraktion in gemischte Kunststoffe, eine Leichtfraktion bestehend aus Textilfasern, Schaumstoff, Holz und Folien und eine Feinfraction < 2 mm aufgetrennt. Ferner werden Metalle ausgeschleust. In Kooperation mit einem Kunststoffverwerter werden die gemischten Kunststoffe in einem nachgelagerten Aufbereitungsschritt zu vermarktungsfähigen Sekundärkunststoffen aufbereitet.

Abbildung 40: Stoffströme aus der Aufbereitung der Schredderleichtfraktion



Quelle: Mehlhorn et al. 2011

Bereits Ende der 90er Jahre entwickelte die Volkswagen AG zusammen mit der Firma Sicon GmbH ein Verfahren zur Aufbereitung von Schredderrückständen (VW 2005). Bei diesem Aufbereitungsverfahren werden Schreddergranulate (Kunststoff), Schredderflusen (Textilfasern, Sitzschäume) und so-

nannter Schreddersand (u.a. Glas, Farbpartikel) voneinander getrennt und anschließend einer weiteren Verwertung zugeführt (Krinke et al. 2005). Anlagen, die nach diesem Verfahren errichtet oder modifiziert wurden, befinden sich u.a. in den Ländern Österreich (Enns nahe Linz, Kapazität 100.000 t/a), Belgien (Antwerpen, Kapazität 20.000 t/a), Niederlande (Tiel) und Frankreich.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass Post-Shredder-Technologien in Deutschland noch nicht flächendeckend eingesetzt werden.

Für die Aufbereitung von Elektro- und Elektronikaltgeräten eingesetzte Aufbereitungstechnik variiert in Abhängigkeit vom aufzubereitenden Gerätetyp. So verfügen insbesondere Aufbereitungsanlagen für Kühl- und Bildschirmgeräte über spezielle Behandlungsstufen (u.a. Absaugung von Öl, FCKW, Quecksilber). Grundsätzlich beginnt die Aufbereitung der Elektro- und Elektronikaltgeräte ebenfalls mit der (manuellen) Demontage wiederverwendbarer Bauteile, verwertbarer Materialien und der Entnahme schadstoffhaltiger Bauelemente. Anschließend werden die Bauteile zerlegt und in einzelne Wertstoffströme aufgetrennt. Hierbei werden maßgeblich Fe-Metalle, NE-Metalle zur werkstofflichen Verwertung abgetrennt. Kunststoffe verbleiben überwiegend im Sortierrest und werden energetisch verwertet, das belegen auch die aktuellen Zahlen zur Entsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten (siehe Kapitel 4.2, Abbildung 18)

Abbildung 41: Kunststofffraktion aus der Elektro/Elektronik-Aufbereitung



Quelle: u.e.c. Berlin b

Die weitere Aufbereitung von Kunststoffgemischen aus der Zerkleinerung von Elektro- und Elektronikaltgeräten oder Fahrzeugen wird vor allem durch die den Kunststoffen zugesetzten Additive erschwert. So werden Kunststoffbauteilen beispielsweise zur Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen hinsichtlich des Brandschutzes flammhemmende Additive hinzugefügt.

Besonders kritisch betrachtet werden polybromierte Flammenschutzmittel, die überwiegend den Kunststoffen im Elektro- und Elektronikbereich zugesetzt werden. Hierzu zählen u.a. polybromierte Biphenyle (PBB) sowie polybromierte Diphenylether (PBDE). Aufgrund der Persistenz und Bioakkumulierbarkeit dieser Verbindungen ist der Einsatz dieser Verbindungen in Elektro- und Elektronikgeräten zumindest in Europa beschränkt oder sogar verboten worden (z.B. Polybromierte Biphenyle - PBB) (RL2011/65/EU). Damit diese umweltrelevanten Verbindungen nicht auf andere Produkte übertragen werden, müssen Kunststoffe, die polybromierte Flammenschutzmittel enthalten, aus getrennt gesammelten Elektro- und Elektronik-Altgeräten entfernt werden (Anhang VII RL2012/19/EU).

Sensorgestützte Erkennungssysteme, wie die NIR-Technik sind jedoch nicht in der Lage in einem Gemisch zwischen Kunststoffen mit und ohne Flammschutzmittel zu unterscheiden. Untersuchungen von Wissenschaftlern an der FH Münster haben aber gezeigt, dass eine Kombination aus NIR- und Röntgentransmissionstechnik (trockenmechanische Dichtentrennung) eine flammschutzmittelabgereicherte Kunststofffraktion generiert, die vor dem Hintergrund der gesetzlichen Vorschriften für eine Rückführung in den Wertstoffkreislauf geeignet ist (Krämer et al. 2010). Dabei nutzt dieses Verfahren die höhere Dichte der mit Flammschutzmitteln dotierten Kunststoffe. Dieser vielschichtige Aufbereitungsprozess erzielt eine Kunststofffraktion, die nahezu frei von polybromierten Flammschutzmitteln ist und direkt dem Recycling zugeführt werden kann. Für die mit Flammschutzmitteln angereicherten Kunststoffe schlagen die Autoren eine weitere Behandlung z.B. mittels CreaSolv-Verfahren oder die energetische Beseitigung vor.

Die aktuellen Zahlen zur Entsorgung von Elektro- und Elektronikaltgeräten belegen jedoch, dass sich eine weitergehende Aufbereitung der Kunststoffe aus dem Elektroschrott für ein Recycling bisher nicht etablieren konnte.

6 Stand der werkstofflichen Aufbereitungstechnik

Die in den Sortieranlagen erzeugten wertstoffangereicherten Fraktionen enthalten aufgrund unvollkommener Trennprozesse neben den Gutanteilen noch Störstoffe und andere Kunststoffe und müssen deshalb für eine hochwertige werkstoffliche Verwertung weiter aufbereitet werden.

Tabelle 17: Beispiel für die Reinheit der Kunststofffraktionen nach einer Erst-Sortierung

Inputmaterial in die Erst-Sortierung	Stoffstrom aus der Erst-Sortierung	Reinheit des sortierten Stoffstroms
LVP-Verpackungsgemisch	PP	77 – 85 Ma.-% PP; Rest Mischfolien und Störstoffe
	PE-HD	74 – 83 Ma.-% PE-HD, Rest Mischfolien und Störstoffe
	PS	74 – 80 Ma.-% PS, Rest sonstige Kunststoffe und Störstoffe
	Folien	Bis zu 94 Ma.-% Folien, Rest sonstige LVP-Bestandteile
Abfälle aus dem Elektro-/Elektronikbereich	ABS	Bis zu 94 Ma.-% ABS, Rest sonstige Kunststoffe und Störstoffe
	PS	Bis zu 94 Ma.-% PS, Rest sonstige Kunststoffe und Störstoffe

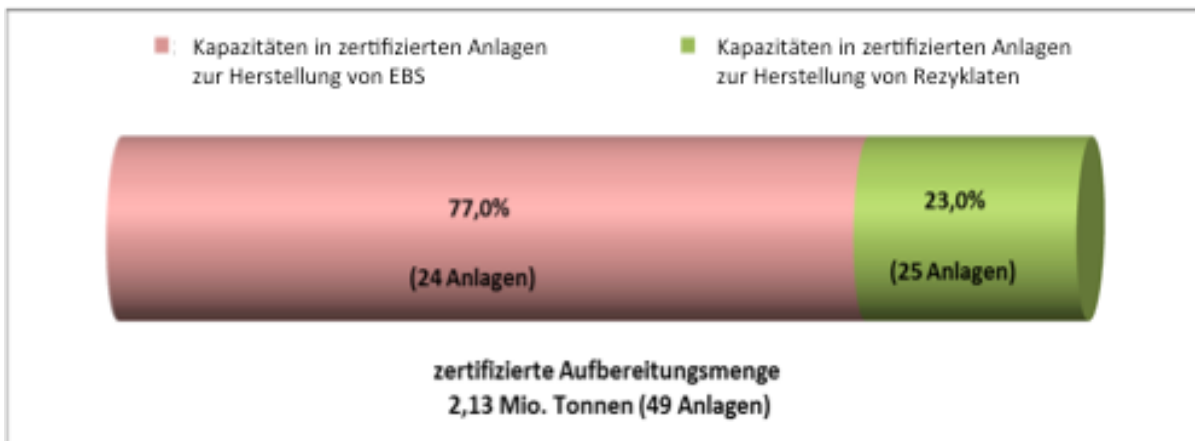
Quelle: u.e.c. Berlin a

Die Trennung der Stoffströme aus der Erstsartierung in die Ziel-Polymere ist mit einer aufwendigen und kostenintensiven Verfahrenstechnik verbunden. Aus diesem Grund haben sich viele Unternehmen auf die Aufbereitung weitgehend sortenreiner, sauberer und in großen Mengen anfallender Kunststoffabfälle, hierzu zählen auch Produktionsrückstände, spezialisiert. Aber auch Gemische, wie z.B. die in LVP-Anlagen mittels Windsichtung erzeugte Folien-Fraktion (Produkt-Spezifikation 310-1), die Kunststoffsorten-Produkte (PP, PE, PS) oder die Mischkunststofffraktion, werden mit unterschiedlichem technischen Aufwand zu Rezyklaten aufbereitet.

Recherchen zufolge werden Kunststoffe, die beim Endverbraucher angefallen sind, im Anschluss an die Erstbehandlung bundesweit in mehr als 100 Anlagen für eine werkstoffliche Verwertung aufbereitet.

Für den Teilbereich der Kunststoffe aus LVP-Sortieranlagen sind die gemäß LAGA Merkblatt M37 zertifizierten Unternehmen und die eingesetzten vorsortierten Kunststofffraktionen (Kunststoffsorte und zertifizierter Durchsatz) weitgehend bekannt. Insgesamt konnten 49 sogenannte Letztempfängeranlagen für gebrauchte Verkaufsverpackungen identifiziert werden. Diese Anlagen sind für die Aufbereitung von insgesamt rund 2,1 Mio. t/a vorsortierten Kunststoffabfällen zertifiziert. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich jedoch, dass lediglich etwa 23 % dieser Kapazitäten, also rund 0,5 Mio. t/a, für eine werkstoffliche Aufbereitung zu Kunststoffrezyklaten zur Verfügung stehen. Der Rest dient der Aufbereitung von EBS-Vorprodukten zur energetischen Verwertung.

Abbildung 42: Behandlungskapazitäten in zertifizierten Letztempfängeranlagen für gebrauchte Verkaufsverpackungen (kein Anspruch auf Vollständigkeit)



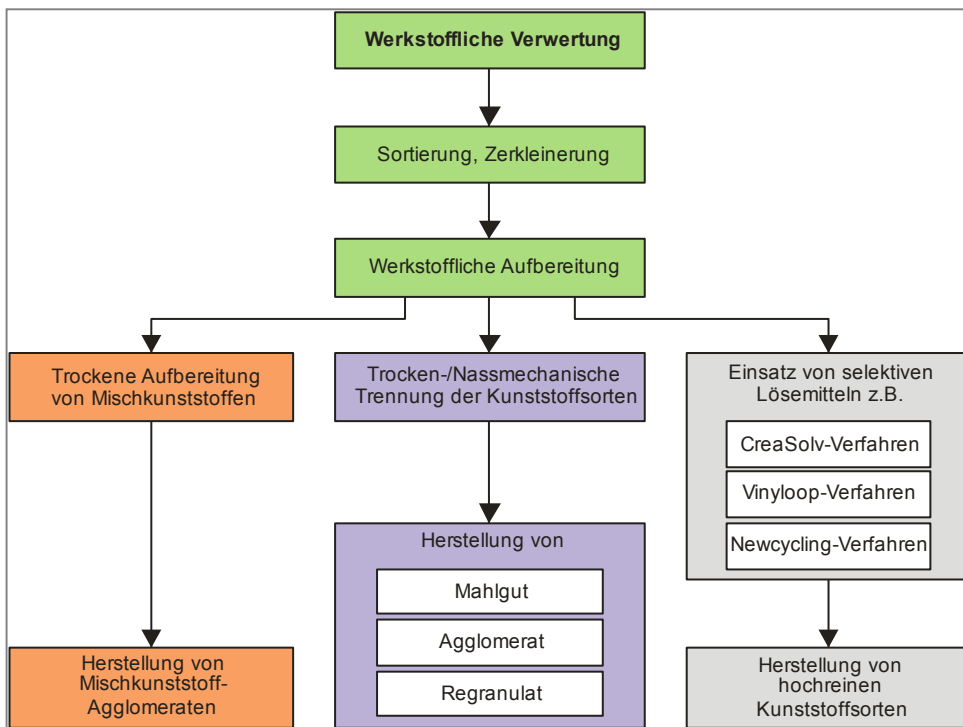
Quelle: eigene Darstellung

Von größerem Interesse wäre an dieser Stelle jedoch die bereits vorhandene, maximale Anlagenkapazität von Anlagen zur werkstofflichen Aufbereitung. Da diese Informationen in der Regel nicht frei verfügbar sind, wurde dies im Rahmen der Fragebogenerhebung bei den Kunststoffverwertern direkt abgefragt. Ausgehend von den Angaben zu den genehmigten Kapazitäten aus dem Fragebogen und den zertifizierten Kapazitäten der zusätzlich recherchierten Letztempfängeranlagen konnte eine Behandlungskapazität von mindestens 755.000 t/a für die Aufbereitung von Kunststoffabfällen aus dem Produktabfallbereich ermittelt werden.

Grundsätzlich lassen sich drei Aufbereitungsverfahren für die werkstoffliche Verwertung von Sekundärkunststoffen unterscheiden (Abbildung 43). Hierzu zählen:

- ▶ die Trocken-/Nassmechanische Kunststoffsortentrennung,
- ▶ die Trockene Aufbereitung zu Mischkunststoffagglomeraten und
- ▶ der Einsatz von Lösemitteln zur Erzeugung hochreiner Polymere.

Abbildung 43: Verfahren zur werkstofflichen Verwertung von Sekundärkunststoffen



Quelle: eigene Darstellung

6.1 Mechanische Aufbereitung zu Kunststoffzyklaten

Bei der Aufbereitung von Kunststoffsorten und PO-Folien beispielsweise aus der LVP-Sortierung zu hochwertig einsetzbaren Agglomeraten oder Regranulaten erfolgt standardmäßig eine trockene und/oder nassmechanische Aufbereitung. Nach einer trockenen Vorzerkleinerung, Metallaushaltung und ggf. anschließender Nass-Zerkleinerung und Wäsche (Abtrennung von Etiketten, Sand und anderen Verunreinigungen) werden Kunststoffe unterschiedlicher Dichten im nassen Medium voneinander getrennt. Hierfür kommen überwiegend Zentrifugen, Hydrzyklone sowie Schwimm-Sink-Becken zum Einsatz. Die Dichtentrennung im nassen Medium hat sich insbesondere für die Massenkunststoffe (PP, PE, PS, PVC) bewährt und kommt bereits seit mehr als 30 Jahren zum Einsatz (Bahr et al. 1980).

Die Produktqualität beeinflussende Störstoffe wie Fremdkunststoffe, Papier oder Metalle werden durch diese Verfahrensschritte abgetrennt und einer anschließenden stofflichen (Metalle) oder energetischen Verwertung (Papieretiketten, andere brennbare Anteile) zugeführt.

Im Anschluss an die nassmechanische Aufbereitung wird das Material mechanisch und/oder thermisch getrocknet. Im letzten Arbeitsgang werden die hochangereicherten Kunststoffe je nach Absatzmarkt agglomeriert oder auf Extrudern granuliert. Extruder bieten die Möglichkeit, mit Hilfe eines Schmelzefilters eine Feinreinigung vorzunehmen, zudem können mit speziell ausgeführten Aggregaten auf Kundenwunsch auch sogenannte Compounds produziert werden. Hierbei werden Rezyklate mit definierten Werkstoffeigenschaften bezüglich der Fließfähigkeit, Schlagzähigkeit, Steifigkeit oder UV- und Hitzebeständigkeit hergestellt (Interseroh 2013).

Da die aufzubereitenden Kunststoffsorten oder –mischungen in der Regel nicht farbsortiert vorliegen, weisen die Regranulate ein Farbspektrum von grau bis schwarz auf. Durch die Zugabe von Aufhellern und Farbanteilen werden diese dem Kundenwunsch entsprechend aber auch eingefärbt (z.B.

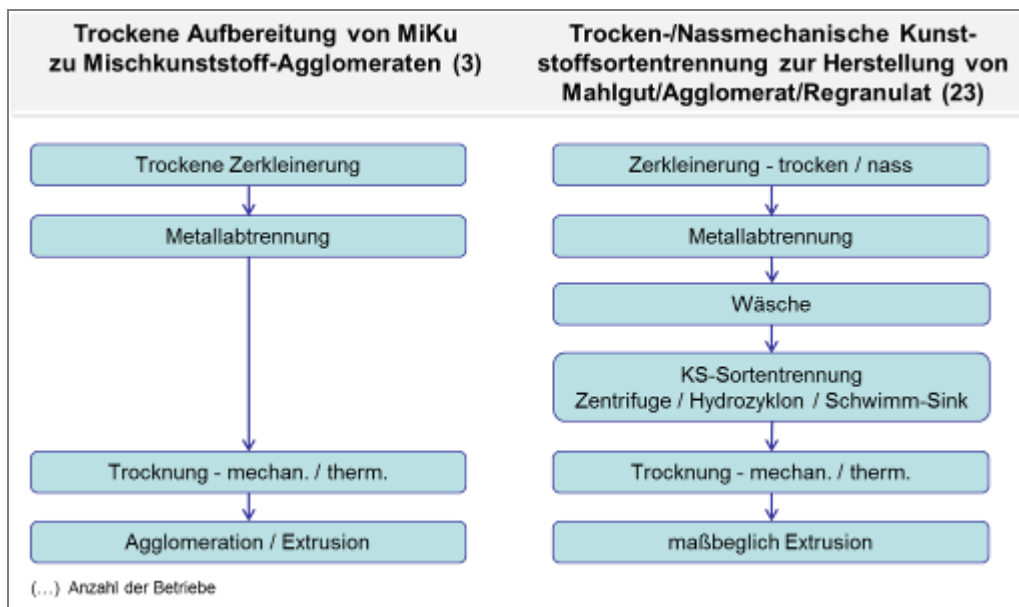
Systalen, Hersteller: DKR; procyclen, Hersteller: INTERSEROH/ ALBA; dipolen, Hersteller: mtm plastics). Auf diese Weise können verschiedene Braun-, Blau-, Grün- oder Violetttöne erzielt werden.

Mit einem neuartigen Trennverfahren der Fa. mtm plastics wird ein nach Sorten und Farben getrenntes Vorprodukt generiert und zu Regranulaten verarbeitet (Produktname: purpolen). Die vorhergehende Farbsortierung ermöglicht laut Herstellerangaben ein deutlich breiteres Farbspektrum. Produktbasis sind gemischte formstabile Altkunststoffe, beispielsweise aus der kommunalen Sperrmüllsammlung (Experteninterview, Friedl 2013).

Die im Rahmen dieser Studie durchgeführte Umfrage bei Altkunststoffverwertern zeigt, dass die Mehrheit der befragten Unternehmen Altkunststoffgemische aufwendig trocken- und/oder nassmechanisch von Störstoffen befreit, in sortenreine Fraktionen trennt und hochwertige Regranulate herstellt.

Die Aufbereitung von Mischkunststoff-Agglomeraten für die Fertigung von Holz- oder Betonersatzteilen (z.B. Bakenfüße) spielt hingegen eine untergeordnete Rolle, lediglich in 3 der befragten Unternehmen kommt dieses Verfahren zum Einsatz.

Abbildung 44: Aufbereitungstechnik der angewendeten Aufbereitungsverfahren ²²



Quelle: eigene Darstellung

6.2 Lösemittelverfahren

Mit Hilfe selektiv wirkender Lösemittel ist es möglich Zielpolymere von anderen Kunststoffsorten und Störstoffen in einem Gemisch zu extrahieren. Die in Lösung befindlichen Polymere werden ausgefällt und können für die Herstellung neuer Kunststoffprodukte wieder eingesetzt werden.

Das Umfrageergebnis zeigt, dass Lösemittelverfahren in keinem der befragten Unternehmen zur Anwendung kommen. Dennoch sind Verfahren bekannt, die in der Vergangenheit intensiv untersucht und weiterentwickelt wurden. Eine Auswahl an Lösemittelverfahren wird nachfolgend dargestellt.

²² Ein Anlagenbetreiber gab an, beide Verfahren anzuwenden. Daher ergibt sich in der Summe die Anzahl 26 anstatt 25.

Vinyloop-Verfahren

Das Vinyloop-Verfahren ist ein werkstoffliches Recyclingverfahren speziell für PVC-Verbunde wie beispielsweise Kabel (PVC/Kupfer), Planen (PVC/Polyester) oder Blister (PVC/Alu) (Solvay Plastic 2012 (1)). Hierbei wird das PVC nach einer Zerkleinerung zunächst mittels Lösemittel selektiv gelöst. Nach einer Abtrennung von Verunreinigungen (hier: andere Kunststoffe) verbleibt nach der Abtrocknung des Lösemittels PVC in hoher Reinheit (Solvay Plastic 2012 (2)).

Eine in Ferrara, Italien betriebene Anlage setzte nach einem im Jahr 2010 abgeschlossenen Umbau 5.656 t maßgeblich Weich-PVC-Abfälle ein (Vinyl 2012) und soll weiter betrieben und entwickelt werden.

CreaSolv-Verfahren

Das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (Fraunhofer IVV) entwickelte in Kooperation mit der CreaCycle GmbH ein Verfahren, das ebenfalls auf einer selektiven Extraktion einer bestimmten Kunststoffsorte mit Hilfe eines selektiven Lösemittels beruht. Zurück bleibt ein hochreiner Kunststoff, der Neuware-Spezifikation erreicht (CreaCycle 2012).

Das patentierte CreaSolv-Verfahren ermöglicht eine werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen, die aufgrund unerwünschter Verunreinigungen und Bestandteile bislang energetisch verwertet werden und ist insbesondere für die Verwertung technischer Kunststoffe aus den Bereichen Altfahrzeuge und Elektro/Elektronik von Bedeutung (Projekt: Poly-Ressource). Mit Hilfe dieses Verfahrens ist es sogar möglich, Flammenschutzmittel dotierte Kunststoffe von Kunststoffen gleicher Sorte zu trennen bzw. bromierte Flammenschutzmittel aus Kunststoffen zu entfernen. Derzeit läuft hierzu ein BMBF-gefördertes Forschungsvorhaben, zu dessen Zweck im Jahr 2012 eine Pilotanlage für einen Durchsatz von 500 t/a errichtet wurde (Fraunhofer 2012).

Darüber hinaus wurde der Einsatz des CreaSolv-Verfahrens für die Reinigung von EPS-Abfällen vorwiegend aus dem Bau- und Verpackungsbereich untersucht (Projekt: EPS-Loop). Das Verfahren ermöglicht die Rückgewinnung eines Kunststoffes, der qualitativ für ein Wiederaufschäumen geeignet ist (Fraunhofer 2012).

Newcycling-Verfahren

Das Unternehmen APK - Aluminium und Kunststoffe AG mit Sitz in Merseburg entwickelte ein Verfahren für die Wiedergewinnung von Kunststoffen und Aluminium aus Verbundmaterialien wie z.B. Getränkekartons. Der „Newcycling“ genannte Prozess ist eine Kombination aus einer mechanischen Aufbereitung und einem physikalisch-chemischen Löseverfahren. Auch hierbei kommen selektive Lösemittel zum Einsatz, die Kunststoff-Metallverbunde sortenrein voneinander trennen. Das Hauptaugenmerk liegt in der Rückgewinnung der Standardkunststoffe PE-HD, PE-LD und PP aus Produktabfällen (APK AG 2014).

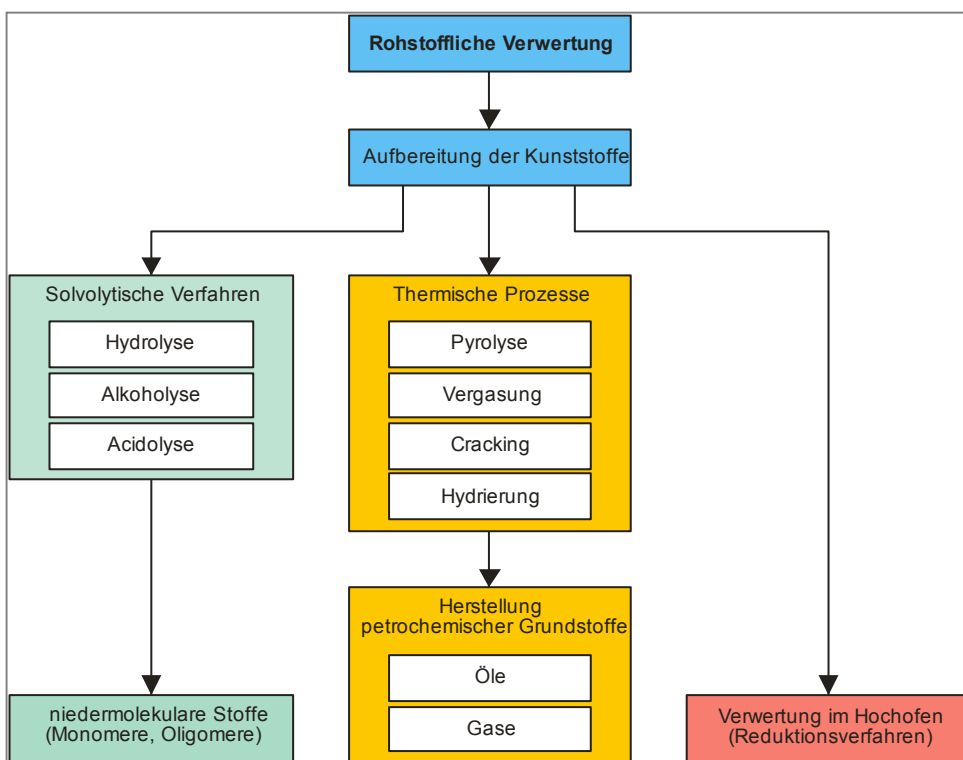
7 Verfahren zur rohstofflichen Verwertung von Sekundärrohstoffen

Im Vergleich zur werkstofflichen Verwertung spielt die rohstoffliche Verwertung in Deutschland eine eher untergeordnete Rolle. Dennoch ist es sinnvoll, auch diesen Verwertungsweg zu betrachten, nicht zuletzt deshalb, weil immer wieder – auch in Deutschland – hohe Erwartungen an solche Verfahren geknüpft werden.

Rohstoffliche Verfahren zur Verwertung von Sekundärkunststoffen zielen darauf ab, die Polymerketten durch die Einwirkung von Wärme, Druck und/oder selektiv wirkender Chemikalien in niedermolekulare Stoffe zu spalten. Die dabei erzeugten Monomere und petrochemischen Grundstoffe dienen der Herstellung neuer Kunststoffe oder als hochwertige Brennstoffe. Eine Übersicht der Verfahren zur rohstofflichen Verwertung von Kunststoffen zeigt Abbildung 45.

Die derzeit rohstofflich verwerteten Kunststoffmengen – hierbei handelt es sich vor allem um Verpackungskunststoffe aus dem Dualen System – sind in den vergangenen Jahren stark auf ein nun annähernd gleichbleibendes Niveau (ca. 50.000 t/a) zurückgegangen (Consultic 2012). Diese Mengen werden ausschließlich in Hochöfen zur Stahlherstellung eingesetzt. Nachfolgend werden die bisherige Entwicklung und der Stand kurz aufgezeigt.

Abbildung 45: Verfahren zur rohstofflichen Verwertung von Sekundärkunststoffen



Quelle: eigene Darstellung

7.1 Energetische Verfahren

In den 90er Jahren wurden in Deutschland die energetischen Verfahren Pyrolyse, Hydrierung und Vergasung verstärkt entwickelt und teilweise sogar über mehrere Jahre großtechnisch eingesetzt.

Bei diesen sogenannten Cracking Prozessen ist es unter Einwirkung von Temperatur, Druck und Katalysatoren verfahrenstechnisch möglich, Kunststoffmoleküle aufzuspalten und im Weiteren daraus beispielsweise Treibstoffe oder andere petrochemische Produkte zu erzeugen. Die energetischen Verfahren eignen sich für alle Kunststoffsorten ohne eine vorhergehende Sortierung.

Pyrolyse

Die Pyrolyse (auch Thermolyse) bezeichnet ein Verfahren, bei dem Kohlenstoffverbindungen ausschließlich unter Temperatureinwirkung zwischen 350°C und 900°C gespalten werden. Erzeugt wird neben dem eigentlichen Brenngas und einem flüssigen Teilstrom auch ein Koks, der den fixen Kohlenstoff anreichert. Um das Verbrennen der Reaktionsprodukte zu vermeiden, erfolgt die Pyrolyse ausschließlich unter der Einwirkung von Wärme und ohne zusätzlich zugeführten Sauerstoff.

Je nach Verfahrensführung kann das Prozessziel in Bezug auf die Produktausbeute variiert werden. Eingesetzt wird die Pyrolyse zur Erzeugung von gasförmigen, flüssigen oder festen Brennstoffen. Im Kontext mit der Verwertung von Sekundärkunststoffen wird der Focus auf die Erzeugung von flüssigen Treibstoffen gelegt (vgl. UNEP 2009).

Seit dem Jahr 2005 wird in der Schweiz erfolgreich eine Pilotanlage im Industriemaßstab für die Gewinnung von Öl aus Kunststoffabfällen betrieben. In einem mehrstufigen Prozess werden Kunststoffabfälle chemisch nach dem sogenannten Syntrol-Verfahren zu einem flüssigen Energieträger mit Heizöleigenschaften (bzgl. Heizwert, Dichte, Viskosität, Aschegehalt) umgewandelt (Syntrol 2014).

Die Fa. Pyrum Innovations ESC GmbH erhielt im Jahr 2012 für den Standort Dillingen (Saarland) die Genehmigung für den Bau einer Pyrolyse-Großanlage zum Recycling von Kunststoff- und Gummiabfällen. Die Kapazität dieser Anlage beträgt 5.000 Jahrestonnen (Recycling magazin 2012 (2), Pyrum 2014).

Das pyrolytische Verfahren kommt auch für das Recycling von Carbonfaserverstärkten Kunststoffen zum Einsatz. Allerdings liegt hier das Augenmerk eher auf der Rückgewinnung der Carbonfasern als in der Rückgewinnung von Kunststoffrohstoffen. In Niedersachsen betreibt die CFK Valley Stade Recycling GmbH & Co. KG seit Beginn des Jahres 2011 die erste großtechnische CFK-Recyclinganlage. Neben den Carbonfasern entstehen bei diesem Prozess Pyrolysegase, die thermisch nachverbrannt werden (CFK Valley 2014).

In Deutschland existieren keine weiteren Pyrolyseanlagen, die Altkunststoffe verarbeiten – die einzige überhaupt noch in Dauer-Betrieb befindliche Anlage in Burgau setzt Haus- und Gewerbeabfälle ein.

Hydrierung

Bei der Hydrierung werden die Polymerbindungen bei hohen Temperaturen (rd. 500°C) und hohem Druck (bis zu 300 bar) in einer Wasserstoffatmosphäre aufgespalten. Die dabei gewonnenen Produkte sind synthetisches Öl (Syncrude) und Gase.

Bereits in den 80er Jahren wurde dieses Verfahren in einer Anlage (ursprüngliche Kohle-Öl-Anlage) in Bottrop getestet. Im Jahr 1993 wurde mit der Kunststoffverwertung in der angepassten Anlage begonnen, der anfängliche Durchsatz von 40.000 t/a wurde 1995 auf 80.000 t/a erhöht. Im Jahr 1999 wurde die Anlage aus wirtschaftlichen Gründen stillgelegt (Eco-World 2012).

Vergasung (partielle Oxidation)

Bei der Vergasung werden die dem Prozess zugeführten Kunststoffe partiell oxidiert, um durch die unterstöchiometrische Sauerstoffzufuhr ein vor allem aus Kohlenstoffmonoxid (CO) und Wasserstoff

(H₂) bestehendes Synthesegas zu erzeugen. Anschließend kann das Synthesegas zu Methanol verarbeitet werden. Dieser Verfahrensweg wurde großtechnisch zwischen 1995 und 2004²³ im Sekundärrohstoffverwertungszentrum (SVZ) Schwarze Pumpe beschritten.

In diesem Zeitraum wurden diverse Technologien zur Anpassung des ursprünglichen Verfahrens an die geänderten Einsatzstoffe entwickelt und zur großtechnischen Reife gebracht (siehe Anhang 12).

In den letzten Betriebsjahren des SVZ zwischen 2000 und 2007 lag ein Schwerpunkt auf der Weiterentwicklung und der großtechnischen Erprobung des ursprünglich bereits in den 50er Jahren entwickelten Festbett-Druck-Vergasers (British-Gas-Lurgi – Vergaser; kurz: BGL – Vergaser) mit schmelzflüssigem Schlackeabzug. Das damit erzeugte Synthesegas wies jedoch nicht die ursprünglich avisierte CO-Ausbeute auf, mit der Folge einer verringerten Methanolausbeute.

Ein geringeres Preisniveau bei konkurrierenden anderen Verwertungswegen als auch Schwankungen der Methanolpreise bei gleichzeitig verringerter Produktausbeute haben darüberhinaus die Wirtschaftlichkeit des Anlagenverbundes beim SVZ so massiv negativ beeinflusst, dass letztlich die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens trotz gegenteiliger Annahmen, so z.B. Obermeier et al. 2002, nicht nachgewiesen werden konnte. Bezüglich des BGL-Vergasers kamen Probleme bei der Erweiterung des Maßstabes (Scale-Up) hinzu (Guhl 2011).

Wesentliche Teile des Anlagenkomplexes des SVZ sind mittlerweile demontiert oder zurückgebaut, das GuD-Kraftwerk wurde verkauft und wird unter einem anderen Eigentümer weiterbetrieben. Neue Aktivitäten sind zur Methanolerzeugung aus Biomasse geplant (DeBioM 2012).

Zu konstatieren ist, dass das ambitionierte Verwertungsverfahren über die Vergasung mit anschließender Methanolerzeugung in Deutschland weniger aus grundsätzlichen technischen Problemen, sondern vor allem aus wirtschaftlichen Gründen gescheitert ist.

Hinweis: Andere Vergasungsverfahren, wie z.B. das Verfahren der UBB Magdeburg (vgl. u.e.c. Berlin 2003), die das entstehende Brenngas anschließend direkt energetisch zur Strom- und Wärmergewinnung nutzen, stellen den rohstofflichen Aspekt nicht in den Vordergrund und bleiben bei der Betrachtung außer Acht.

7.2 Solvolytische Verfahren

Eine weitere Möglichkeit Polymerketten in die Grundbausteine zu zerlegen, bieten solvolytische Verfahren. Neben hohen Temperaturen und hohem Druck werden die Bindungen der Polymerketten mit Hilfe selektiv wirkender Spaltchemikalien getrennt. In Abhängigkeit des eingesetzten Lösemittels werden die Typen

- ▶ Hydrolyse (Wasser),
- ▶ Alkoholyse (z.B. Methanol, Glykol)
- ▶ Acidolyse (Säuren) unterschieden.

Solvolytische Verfahren eignen sich insbesondere für technische Kunststoffe wie Polyamid (PA), Polyurethan (PU), aber auch Polyethylenterephthalat (PET), deren Polymerbindungen chemisch leicht spaltbar sind.

²³ 2004 ging die SVZ GmbH in die Insolvenz. 2005 erfolgte eine Übernahme durch die Sustec GmbH, die zwischen 2005 und 2007 nur noch in vermindertem Umfang Abfälle einsetzte und sich stattdessen auf die technische Weiterentwicklung neuer Technologien konzentrierte. 2007 wurde die Abfallverarbeitung eingestellt, 2009 meldet dann auch die Sustec Insolvenz an.

7.3 Verwertung im Hochofen (Reduktionsverfahren)

Die Verwertung im Hochofen setzt zunächst eine Aufbereitung sogenannter Mischkunststoffe mittels Zerkleinerung, Metallaushaltung, gegebenenfalls Nachsortierung von PVC-Bestandteilen und eine Verdichtung durch Agglomeration oder Pelletierung voraus.

Das auf diese Weise generierte blasfähige Erzeugnis wird dann in geeigneten Hochöfen zur Stahlherstellung eingesetzt, dort dient es sowohl als Reduktionsmittel als auch als Energieträger. Ansteigende Zuzahlungen an die Stahlwerke für die Verwertung, Diskussionen um den Chloreintrag, steigende Produktionskosten (insbesondere Energie) der Aufbereitung, Alterung des Anlagenbestandes und die Notwendigkeit von Ersatzinvestitionen als auch die Auswirkungen der 2002 geänderten TA Luft (Emissionsbegrenzung von TOC in der Abluft; Notwendigkeit zur Nachrüstung von Emissionsschutzmaßnahmen im Zuge von Änderungsverfahren) haben diesen Verwertungsweg vor allem wirtschaftlich unter Druck gesetzt. Nachdem die Verwertung in den Stahlwerken der Acelor-Mittal-Gruppe in Bremen und Eisenhüttenstadt eingestellt wurde, verringerte sich die Nachfrage drastisch und entsprechende Aufbereitungsanlagen, so z.B. ein Werk der ALBA Group in Eisenhüttenstadt, wurden geschlossen bzw. zurückgebaut. In Betrieb ist noch eine Anlage der Nehlsen AG in Bremen mit einer Kapazität von 40.000 t/a.

Die in Deutschland noch produzierten Reduktionsmittel aus Mischkunststoffen werden maßgeblich in einem Stahlwerk der Voestalpine (Linz, Österreich) verwertet. Wesentlich geringere Mengen werden darüber hinaus auch in einem Werk in Deutschland und Großbritannien eingesetzt.

Planungen zur Steigerung der Verwertungskapazitäten sind nicht bekannt. Insgesamt wird auf der Basis von Experteninterviews eingeschätzt, dass die Verwertung von Mischkunststoffen im Hochofen keinen zukunftsfähigen Weg darstellt.

7.4 Einsatz rohstofflicher Verwertungsverfahren auf internationaler Ebene (Beispiele)

Die rohstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen wird auch auf internationaler Ebene verfolgt und weiterentwickelt. Bekannt sind entsprechende auf die Kunststoffverwertung abzielende Patente (wie z.B. der Kurata, Japan (Catalyst-Cracking) (RRI 2012) als auch wissenschaftliche Veröffentlichungen wie von Hájeková 2011 zu Laborversuchen, bei denen die Crackprodukte nachfolgend zusammen mit Naphta weiter verarbeitet werden. Nachfolgend wird der Einsatz rohstofflicher Verwertungsverfahren beispielhaft für Nordamerika und Japan dargestellt.

In Nordamerika (USA und teilweise Kanada) existieren Pyrolyse- und Vergasungsanlagen im Demonstrations- und halbtechnischen Maßstab mit Verarbeitungskapazitäten zwischen 10 und 100 Tonnen je Tag (RTI 2012). In diesen Anlagen werden nicht recycelbare Kunststoffabfälle sowie geeignete gemischte Siedlungsabfälle zu synthetischen Ölen und flüssigen Kraftstoffen umgewandelt. Das Research Triangle Institute geht in einer Studie aus dem Jahr 2012 davon aus, dass ein Wechsel hin zu großtechnischen Anlagen noch bis zu 10 Jahren dauern wird, entscheidend sind die Entwicklungen auf dem Energie- und Mineralölmarkt (RTI 2012). Das American Chemistry Council hat zu Beginn des Jahres 2014 mitgeteilt, dass künftig die sogenannte Plastics-to-Oil Technologies Alliance die Entwicklung von Verfahren zur Umwandlung von nicht recycelbaren Kunststoffabfällen zu synthetischen Ölen und Brennstoffen gezielt unterstützen und vorantreiben wird (ACC 2014).

In Japan gingen nach Inkrafttreten des Containers and Packaging Recycling Law zur Förderung des Recyclings und der Mengenreduzierung von Verpackungsabfällen aus Haushalten seit dem Jahr 2000 Pyrolyseanlagen zur Herstellung von Heizöl in Betrieb. Dieses Verfahren konnte sich jedoch nicht durchsetzen. Wesentliches KO-Kriterium waren die Behandlungskosten, die im Vergleich bspw. zur Verwertung von gemischten Kunststoffabfällen in Kokereien doppelt so hoch lagen (Kodera 2012).

Im Jahr 2009 wurden noch zwei Anlagen zur Ölgewinnung aus Kunststoffabfällen betrieben (Kapazität: insgesamt rd. 16.000 Jahrestonnen). Demgegenüber standen zu diesem Zeitpunkt sechs Koksöfen (Kapazität: insgesamt rd. 200.000 Jahrestonnen) sowie drei Hochöfen, in denen Koks und aufbereitete Kunststoffabfälle als Reduktionsmittel zur Stahlherstellung eingesetzt wurden (Kapazität: insgesamt rd. 90.000 Jahrestonnen) (Takashi 2009, PWMI 2009).

Das in Japan gängigste Verfahren der rohstofflichen Verwertung ist die Vergasung. Insgesamt standen im Jahr 2009 zwischen 350.000 und 400.000 t Behandlungskapazitäten in sechs Großanlagen zur Verfügung (Takashi 2009).

Zusammenfassend zeigt sich, dass die rohstoffliche Verwertung in Nordamerika und Japan maßgeblich für die Erzeugung von synthetischen Ölen und flüssigen Brennstoffen eingesetzt wird – die Synthese neuer Kunststoffe erfolgt hierbei nicht.

8 Steigerungspotenziale für die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen

Die (mengenorientierte) Steigerung der werkstofflichen Verwertung kann grundsätzlich auf drei Ebenen ansetzen:

- ▶ Durch geeignete Maßnahmen, z.B. zur getrennten Erfassung oder zur Aufbereitung, werden mehr grundsätzlich verwertbare Produktabfälle vom Endverbraucher bereitgestellt.
- ▶ Die bereits jetzt und zukünftig bereitgestellten Produktabfälle werden, ggf. durch nachgeschaltete Maßnahmen, stärker als bisher einer werkstofflichen Verwertung zugeführt.
- ▶ Durch geeignete Instrumente und Maßnahmen zur Steigerung der Nachfrage nach dem Sekundärrohstoff wird ein Anreiz zur Angebotssteigerung gesetzt und die entsprechenden Abfälle werden stärker werkstofflich verwertet.

Um zu ermitteln, ob hinsichtlich der werkstofflichen Verwertung Steigerungsmöglichkeiten existieren, wird nachfolgend das theoretische Ausgangspotenzial für die werkstoffliche Verwertung je Anfallstelle bestimmt. Wie viel Material der werkstofflichen Verwertung zur Verfügung steht, ist abhängig von verschiedenen Einflussfaktoren, die zunächst nachfolgend identifiziert und kurz erläutert werden.

8.1 Einflüsse auf die Menge anfallender Kunststoffabfälle

Noch bevor Kunststoffe als Abfall anfallen, reduzieren Produktexporte ins Ausland, eine länger andauernde Gebrauchsphase und die Lagerbildung in Haushalten die in Deutschland jährlich anfallende, einer werkstofflichen Verwertung theoretisch zur Verfügung stehende Kunststoffabfallmenge.

Abbildung 46: Das Abfallaufkommen beeinflussende Faktoren

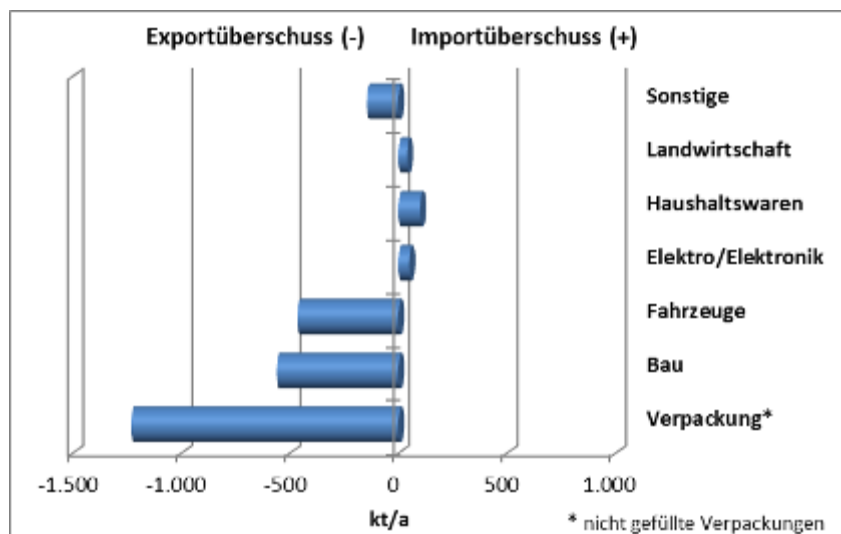


Quelle: eigene Darstellung

Export und Import von Kunststoffprodukten

In Deutschland besteht für Kunststoffprodukte ein Exportüberschuss. Insbesondere in den Einsatzbereichen Verpackungen, Bau und Fahrzeuge dominieren Exporte den Außenhandel. Für das Jahr 2011 weist die Studie Consultic 2012 einen Exportüberschuss für Kunststoffe von insgesamt rund 2,2 Mio. t aus, dies entspricht etwa 20 Massenprozent der in Deutschland verarbeiteten Kunststoffmenge (11,86 Mio. t, alle Kunststoffsorten).

Abbildung 47: Import- und Exportüberschüsse nach Einsatzbereichen in Deutschland für das Jahr 2011

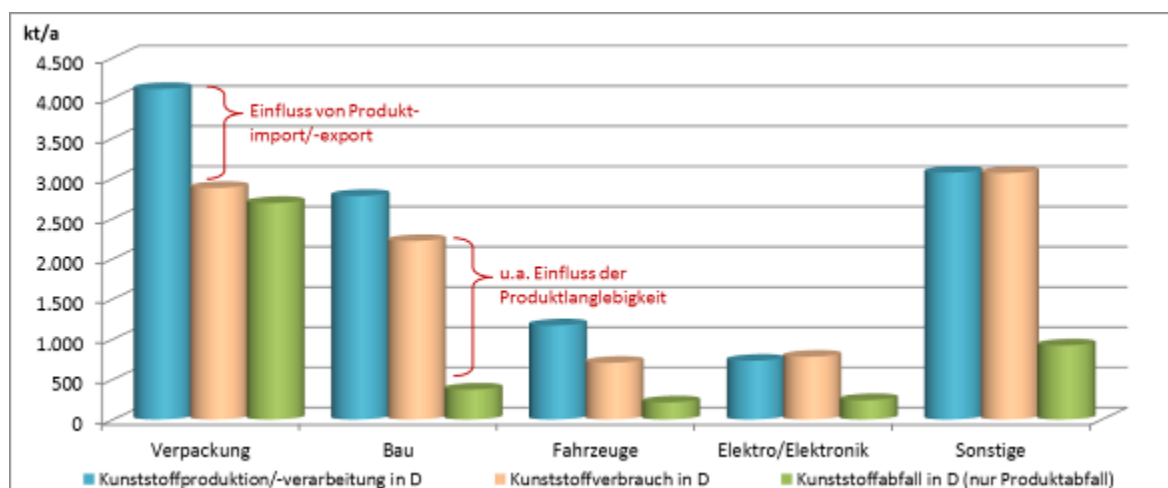


Quelle: Consultic 2012

Produktlanglegigkeit

Durch die teilweise mehrere Jahre andauernde Nutzungsphase entsteht eine Verzögerung zwischen Produktherstellung und Anfall als Produktabfall. Der Einfluss der Produktlanglegigkeit spiegelt sich insbesondere im Baubereich, aber auch im Fahrzeug- und Elektro-/Elektroniksektor wider. Für Verpackungen eingesetzte Kunststoffe fallen dagegen in der Regel im gleichen Jahr der Verpackungsproduktion wieder als Abfall an; langlebige Verpackungen, wie z.B. Mehrwegverpackungen bilden eher die Ausnahme (Abbildung 48).

Abbildung 48: Gegenüberstellung der verarbeiteten, verbrauchten und als Produktabfall angefallenen Kunststoffmengen je Einsatzfeld, 2011

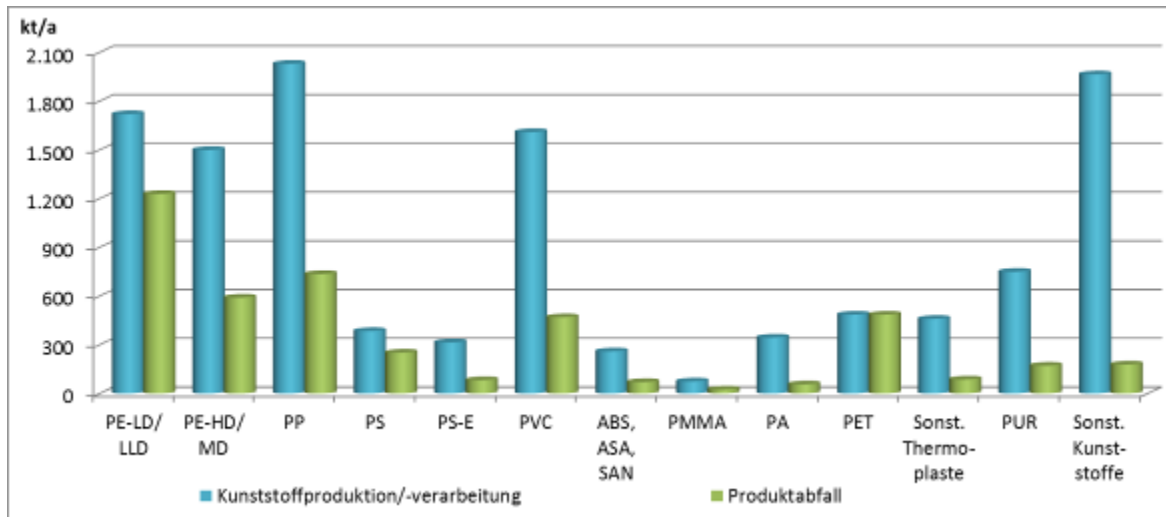


Quelle: Consultic 2012

In diesem Zusammenhang zeigt sich bei einer kunststoffsartenspezifischen Betrachtung (Abbildung 49), dass das Abfallaufkommen im Vergleich zur verarbeiteten Menge für Kunststoffsarten, die maß-

geblich im Baubereich (z.B. PVC, PS-E) oder im Elektro/Elektroniksektor (z.B. ABS, ASA, SAN) eingesetzt werden, wesentlich niedriger ist als dies beispielsweise für die zur Herstellung von Verpackungen eingesetzten Kunststoffsorten (z.B. PET, PE-LD) der Fall ist.

Abbildung 49: Gegenüberstellung der verarbeiteten und als Produktabfall angefallenen Kunststoffmenge je Kunststoffsorte, 2011



Quelle: Consultic 2012

Der Einfluss von Produktexport und der Dauer der Produktnutzung verringert die potenziell für das Recycling zur Verfügung stehende Kunststoffmenge. Ausgehend von der in Deutschland verarbeiteten Kunststoffmenge des Jahres 2011 in Höhe von rund 11,8 Mio. t sind in Haushalten, im Gewerbe und der Industrie insgesamt rund 5,4 Mio. t (incl. rund 1 Mio. t Produktionsabfälle) Kunststoffe als Abfall entsorgt worden. Das entspricht einer Reduzierung der verarbeiteten Kunststoffmenge um ca. 54 Massenprozent (ca. 6,4 Mio. t/a). Das zeigt, dass mehr als die Hälfte der zur Herstellung von Produkten eingesetzten Kunststoffe nicht im gleichen Jahr wieder als Abfall in Deutschland anfällt.

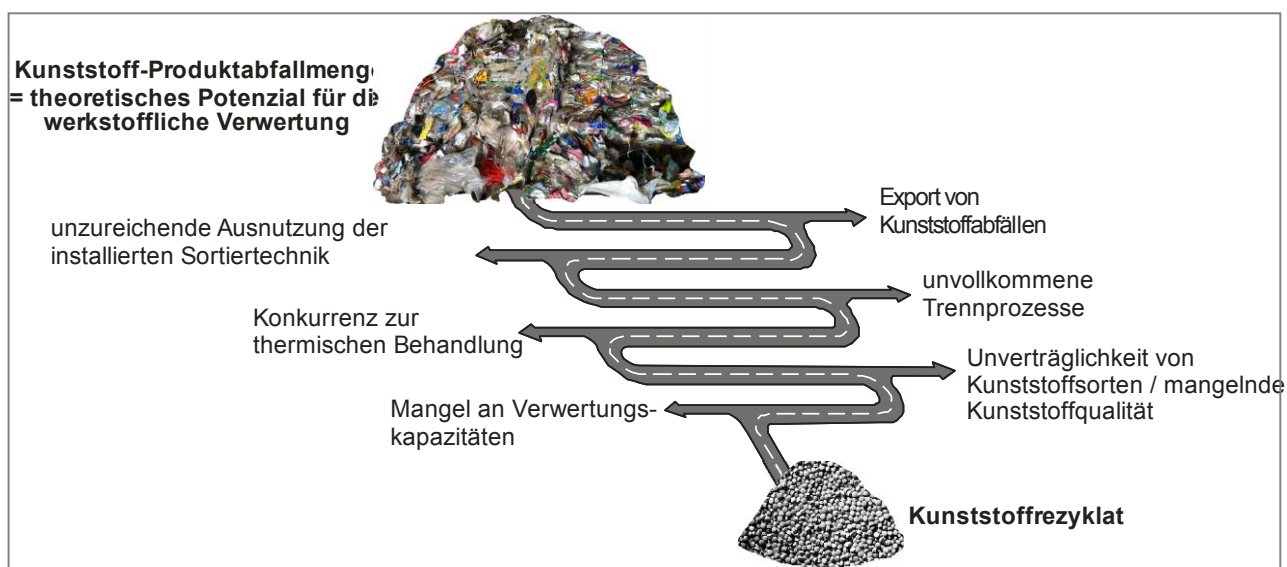
Lagerbildung in Haushalten

Insbesondere im Bereich der Elektro- und Elektronikaltgeräte werden alte und defekte Geräte teilweise nicht entsorgt, sondern verbleiben in den Haushalten. Gemäß den Umfragen des Bundesverbandes Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM) befanden sich im Jahr 2011 rund 83 Mio. ungenutzte Mobiltelefone und weitere etwa 20 Mio. alte Computer in deutschen Haushalten. Während die Hälfte der Haushalte angibt, alte PC-Geräte als Ersatz aufzuheben, verwahrt die andere Hälfte ihre Altgeräte mit der Begründung, dass u.a. die Entsorgung zu aufwändig ist, die Entsorgungsmöglichkeiten nicht bekannt sind oder die Entsorgung aufgrund fehlender Kenntnisse über die Datensicherung nicht erfolgt (BITKOM 2011, BITKOM 2012).

8.2 Einflüsse auf die Rezyklatmenge

Mit der werkstofflichen Aufbereitung thermoplastischer Kunststoffe kann Neuware theoretisch im Verhältnis 1:1 durch Altkunststoffe ersetzt werden. Voraussetzung wäre jedoch, dass aus den Kunststoffabfällen durch eine sortenreine Erfassung und eine qualitativ hochwertige Aufbereitung Rezyklate mit Neuware vergleichbaren Eigenschaften generiert werden. Damit wäre das theoretische werkstoffliche Verwertungspotenzial dem anfallenden Altkunststoffaufkommen gleichzusetzen. In der Praxis werden jedoch aus den nachfolgend genannten Gründen deutlich geringere Mengen werkstofflich verwertet.

Abbildung 50: Die Rezyklatmenge beeinflussende Faktoren



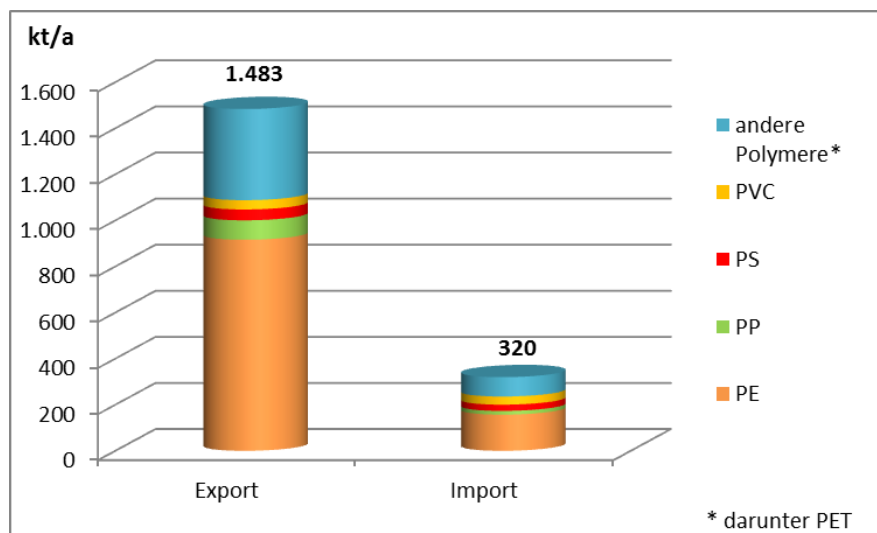
Quelle: eigene Darstellung

Import und Export von Kunststoffabfällen

Deutschland exportierte im Jahr 2011 etwa 1,5 Mio. t Kunststoffabfälle, das entspricht ca. 27 Massenprozent der für Deutschland von Consultic 2012 ermittelten Gesamtaltkunststoffmenge²⁴. Unter Berücksichtigung der rund 320.000 t importierten Kunststoffabfälle ergibt sich daraus ein Exportüberschuss in Höhe von rund 1,2 Mio. t.

Differenziert nach Kunststoffsorten zeigt (Abbildung 51), dass maßgeblich PE-Abfälle gehandelt werden, ca. 62 Massenprozent (0,9 Mio. t) der ausgeführten Altkunststoffe entfallen auf „Abfälle, Bruch und Schnitzel“²⁵ dieser Kunststoffsorte.

Abbildung 51: Import und Export von Kunststoffabfällen, Deutschland 2011



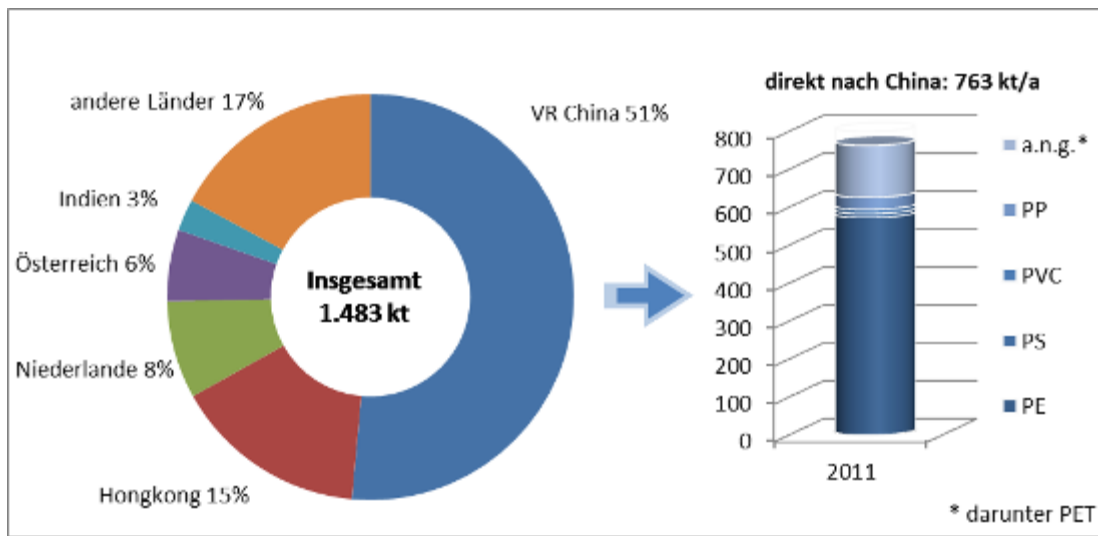
²⁴ In Deutschland sind im Jahr 2011 rund 5,45 Mio. t Produkt- und Produktionsabfälle angefallen (Consultic 2012).

²⁵ Bezeichnung gemäß Warenverzeichnis für die Außenhandelsstatistik

Quelle: STBA 2011

Der für Deutschland bedeutendste Abnehmer für Altkunststoffe ist China. Zusammen mit der chinesischen Sonderverwaltungszone Hongkong umfasste die Exportmenge im Jahr 2011 rund 1 Mio. t Altkunststoffe, davon gingen rund 763.000 t direkt nach China. Bedeutende europäische Abnehmer sind darüber hinaus die Niederlande (8 Massenprozent der Exportmenge) und Österreich (6 Massenprozent der Exportmenge). Insgesamt importierten die Länder der Europäischen Union etwa ein Viertel (rd. 370.000 t) der deutschen Altkunststoffexportmenge.

Abbildung 52: Exportmengen deutscher Kunststoffabfälle 2011



Quelle: STBA 2011

Mit Blick auf die untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten verringert die Import/Export-Situation die für das Recycling potenziell verfügbare Altkunststoffmenge von rund 3,49 Mio. t auf rd. 2,75 Mio. t (siehe Anhang 6).

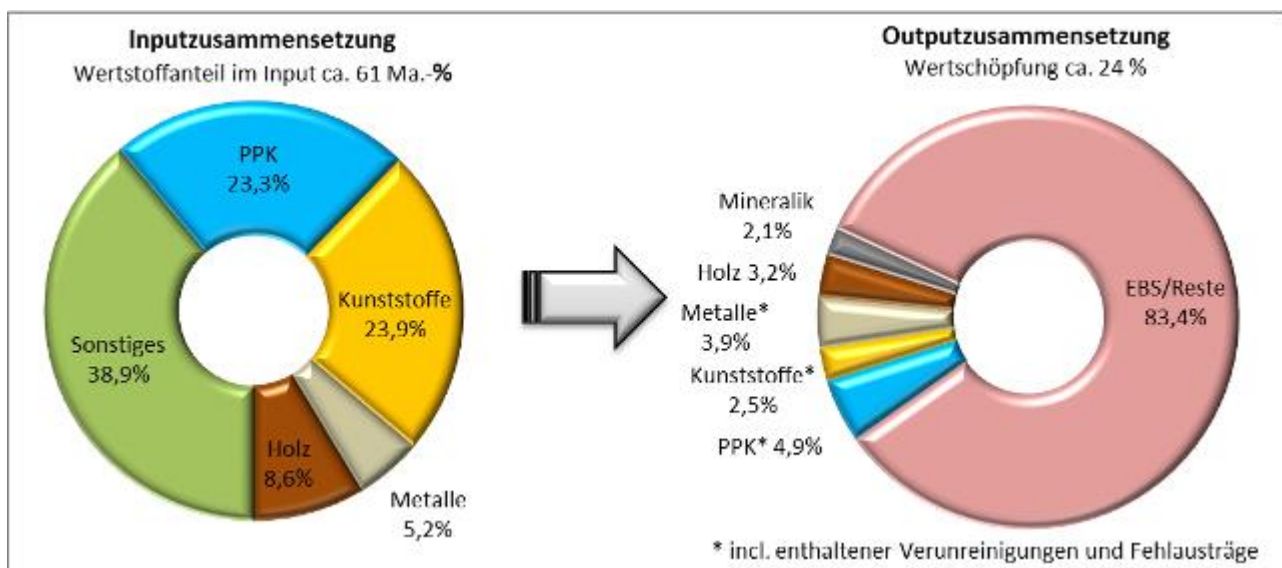
Konkurrenz zur energetischen Verwertung

Ob insbesondere Kunststoffabfälle, die gemeinsam mit anderen Abfällen erfasst werden, stofflich oder energetisch verwertet werden, wird derzeit vor allem auf der Grundlage ökonomischer Überlegungen entschieden. Abfallgemische z.B. aus gewerblichen Anfallstellen werden teilweise zu Spotpreisen von 30 Euro pro Tonne direkt energetisch verwertet.

Dies belegen auch die Auswertungen des statistischen Datenmaterials. Danach werden rund 45 Massenprozent der insgesamt anfallenden gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle²⁶ direkt energetisch verwertet bzw. in Feuerungsanlagen eingesetzt, der Input von Sortieranlagen umfasst dabei ebenfalls etwa 45 Massenprozent dieses Abfallstroms (Dehne et al. 2014).

Als Resultat des Konfliktes zwischen EBS-Erzeugung und Steigerung der Wertstoffausbeute verlässt jedoch ein Großteil der in den gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen enthaltenen Kunststoffe auch die Sortieranlagen als EBS/Sortierrest zur energetischen Verwertung (Abbildung 53) (Dehne et al. 2014). Ein erhöhter Austrag an Wertstoffen – insbesondere Kunststoffen – geht zugleich zu Lasten der Herstellung eines Ersatzbrennstoffes mit einem definierten Heizwert. Solange die für die Aufbereitung und Verwertung als Ersatzbrennstoff zu leistenden Zahlungen unter den Kosten für die Sekundärkunststoffaufbereitung liegen, werden diese Abfallströme maßgeblich in den preiswerteren Entsorgungsweg gelenkt.

Abbildung 53: Wertschöpfung bei der Sortierung gemischter Gewerbeabfälle



Quelle: Dehne et al. 2014

Unvollkommene Trennprozesse und unzureichende Ausnutzung der installierten Technik

Unvollkommene Trennprozesse bei der Sortierung und nachgeschalteten Aufbereitung sowie eine unzureichende Ausnutzung der installierten Technik bedeuten weitere Verluste bezüglich der Recyclingmenge.

Aus technischer Sicht führen vor allem zu hohe Durchsätze, ein zu breit gewähltes Kornspektrum und der Verzicht auf die Besetzung einer ggf. vorhandenen manuellen Nachsortierung zu einer geringeren Wertschöpfung. Somit ist die technische Ausstattung einer Sortieranlage mit automatischer Trenntechnik, z.B. NIR-Trennern, allein kein Garant für gute Sortiierungsergebnisse.

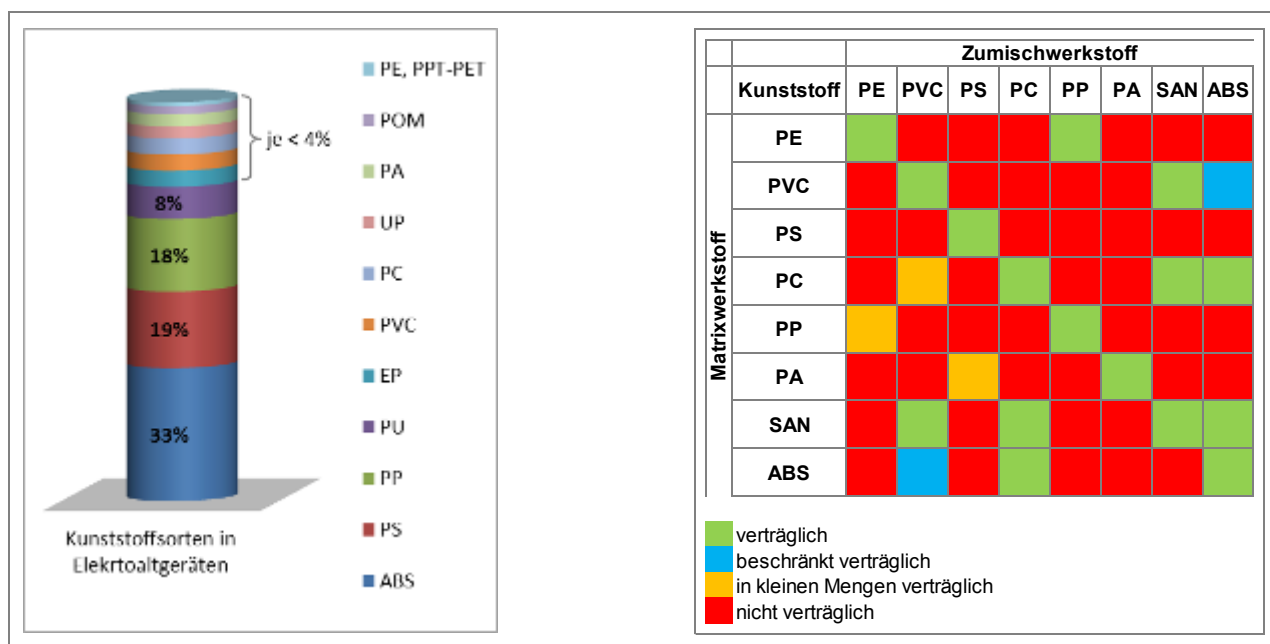
Qualitätsverluste und Unverträglichkeiten

²⁶ Unter dem Begriff gemischte Gewerbeabfälle sind getrennt vom Hausmüll angelieferte oder eingesammelte hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (Abfallschlüssel AS 20030102) sowie gewerbliche Verpackungsgemische (gemischte Verpackungen nicht differenzierbar - AS 15010600) zu verstehen.

Alterungsprozesse (bspw. infolge von UV-Einflüssen) sowie der Zusatz von Additiven mit undefinierbaren Anteilen beeinflussen die mechanischen, chemischen und thermischen Eigenschaften der Kunststoffe. Somit können auch sortenreine Kunststoffrezyklate Neuware nicht vollständig ersetzen. Viele Kunststoffsorten reagieren darüber hinaus sehr empfindlich auf die Anwesenheit von Verunreinigungen oder Fremdkunststoffen. Diese Unverträglichkeiten einzelner Kunststoffsorten behindern eine weitere Aufbereitung eines Kunststoffgemisches und reduzieren das recycelbare Kunststoffpotenzial zusätzlich. Am Beispiel von Elektroaltgeräten sei dieser Sachverhalt verdeutlicht.

Elektroaltgeräte setzen sich aus einer Vielzahl verschiedener Kunststoffsorten zusammen. Im Mittel dominieren die Sorten ABS (33 %), PS (19 %) und PP (18 %) (Abbildung 54). Da im Rahmen der Elektroaltgeräteaufbereitung in der Regel keine sortenreine Abtrennung der einzelnen Kunststoffsorten erfolgt (vgl. Kapitel 5.3), liegen die Kunststoffe somit als zerkleinerte Mischfraktion vor. Aus Abbildung 54 wird deutlich, dass insbesondere die maßgeblich vertretenden Kunststoffsorten ABS und PS untereinander nicht verträglich sind und für eine werkstoffliche Verwertung voneinander getrennt werden müssten.

Abbildung 54: Mittlere Kunststoffzusammensetzung von Elektroaltgeräten (links) und Verträglichkeit verschiedener Kunststoffsorten (rechts)



Quelle: Schlummer 2009 (links), eigene Darstellung nach Kurz et al. 2009 (rechts)

8.3 Potenziale für die werkstoffliche Verwertung je Anfallstelle

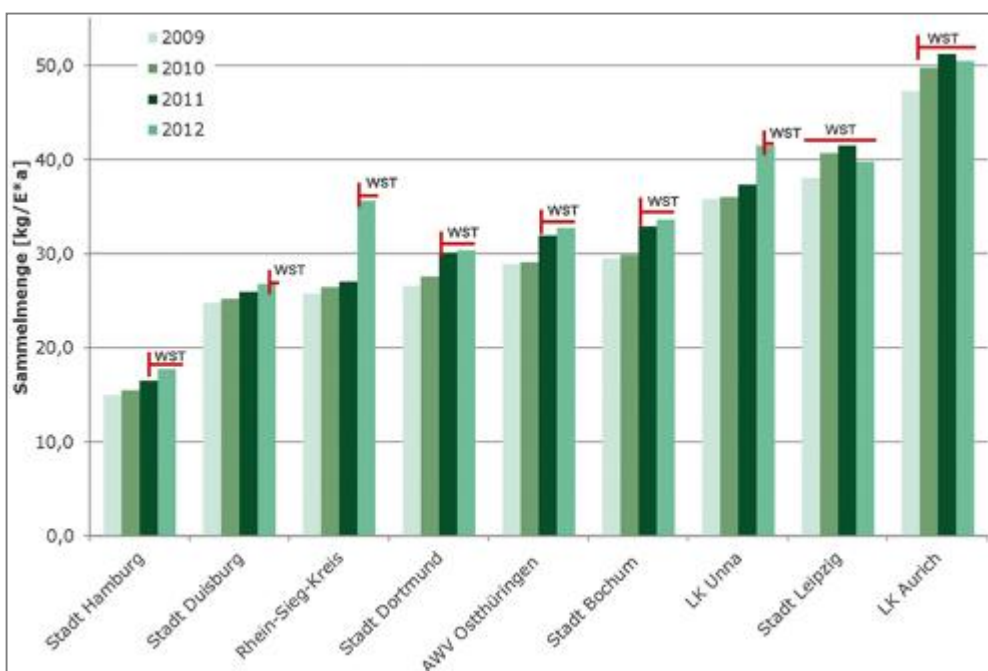
8.3.1 Anfallstelle Haushalte

Abfälle aus Papier-, Metall-, Kunststoff- und Glas sind, so schreibt es der Gesetzgeber vor, ab dem Jahr 2015 getrennt zu erfassen. In Haushalten fallen Kunststoffe als Leichtverpackungen (LVP) und stoffgleiche Nichtverpackungen (SNVP) an. Die LVP-Sammlung ist bereits ein etablierter Baustein in der Abfallwirtschaft. Mit der Erweiterung dieses Systems um die Erfassung stoffgleicher Nichtverpackungen sollen weitere Wertstoffpotenziale vom Hausmüll separiert und dem Recycling zugeführt werden. Vielerorts wurden bereits diverse Erfassungssysteme für die gemeinsame Erfassung von LVP und SNVP in einer sogenannten Wertstofftonne eingeführt (Kerkhoff et al. 2013).

Ausgehend von den Angaben von Bünemann et al. 2011 entsorgt jeder Bundesbürger jährlich rund 14 kg Kunststoffverpackungen und -nichtverpackungen gemeinsam mit dem Restabfall. Bei einer flächendeckenden Einführung einer gemeinsamen Erfassung schätzten Bünemann et al. 2011 LVP-/SNVP-Mehrmengen in Höhe von 7 kg/E*a ab, davon entfallen etwa 3,1 kg/E*a auf die zusätzlich erfassbare Kunststoffmenge.

Die Ergebnisse unterschiedlicher bundesweiter Wertstofftonnen-Projekte zeigen jedoch, dass die zusätzlich beim Endverbraucher erfasste Menge überwiegend unter diesen Erwartungen blieb. Anstatt der erwarteten 7 kg/E*a ermittelten Kerkhoff et al. 2013 für ausgewählte Modellgebiete Mengensteigerungen zwischen weniger als 1 kg/E*a und rund 4 kg/E*a, eine Ausnahme bildet der Rhein-Sieg-Kreis mit ca. 8,6 kg/E*a.

Abbildung 55: Auswirkungen der flächendeckenden Einführung von Wertstofftonnen auf die Erfassungsmenge



Quelle: Kerkhoff et al. 2013

Neben der Bereitstellung von mehr grundsätzlich verwertbaren Abfällen durch den Endverbraucher liegen Potenziale zur Steigerung der Sekundärkunststoffmenge in einer Optimierung der Sortierung des LVP/SNVP-Gemisches. Derzeit verbleiben im Mittel 45 Massenprozent der im LVP-Gemisch enthaltenen Kunststoffe in der Fraktion zur energetischen Verwertung (EBS/Sortierrest), vgl. Kapitel 5.1.

Die Untersuchung möglicher Steigerungspotenziale war u.a. Gegenstand eines im Jahr 2012 abgeschlossenen UFOPLAN-Projektes (Dehoust et al. 2012). Danach fielen im Jahr 2009 im Output der LVP-Sortieranlagen zusammen rund 1 Mio. t Kunststofffolien, Kunststoffsorten (u.a. PE, PP, PS) und Mischkunststoffe an. Da nur ein Teil der Mischkunststoffe werkstofflich verwertet wird, benennt die Studie eine für die werkstoffliche Verwertung zur Verfügung stehende Kunststoffmenge aus LVP-Sortieranlagen von 0,489 Mio. t, der Rest wurde energetisch verwertet. Ausgehend von einer gemeinsamen Erfassung von Leichtverpackungen und stoffgleichen Nichtverpackungen sowie einer Optimierung der LVP/SNVP-Sortierung ermitteln die Autoren der Studie eine Steigerung der werkstofflich verwertbaren Kunststoffmenge auf rund 0,780 Mio. t, das entspricht einer Mengensteigerung um rund 59 Massenprozent, das im Abfallstrom theoretisch verfügbare Kunststoffpotenzial liegt dabei zwischen 1,1 und 1,4 Mio. t (Dehoust et al. 2012).

Kunststoffe aus dem Sperrmüll werden bislang nur sporadisch aussortiert, der überwiegende Anteil verbleibt in der EBS-Fraktion und wird energetisch verwertet. In Ermangelung aktueller öffentlich zugänglicher Sperrmüllanalysen lässt sich der Anteil der Kunststoffe am Sperrmüllaufkommen nur grob abschätzen – das letzte belastbare Datenmaterial stammt aus den 90er Jahren (Hoffmann et al. 2011). Expertenmeinungen zufolge werden je Einwohner jährlich mindestens 2 kg werkstofflich verwertbare Kunststoffprodukte als Sperrmüll entsorgt. Bezogen auf die Einwohner Deutschlands entgehen der werkstofflichen Verwertung somit jährlich Kunststoffmengen in Höhe von mindestens 160.000 t.

8.3.2 Anfallstelle Gewerbe

Erhebliche Steigerungspotenziale für die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen bestehen in der Aufbereitung gemischt anfallender gewerblicher Siedlungsabfälle²⁷. Im Rahmen zwei aufeinanderfolgender UFOPLAN-Projekte wurde dieser Sachverhalt eingehend untersucht (Dehne et al. 2011, Dehne et al. 2014).

Die aktuellen Forschungsergebnisse von Dehne et al. 2014 zeigen, dass etwa 45 Massenprozent der insgesamt anfallenden gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle eine Sortieranlage durchlaufen. Weitere rund 45 Massenprozent dieses Abfallstroms landen direkt in energetischen Abfallbehandlungs- und Feuerungsanlagen. Die restlichen 10 Massenprozent werden u.a. in MBA und EBS-Aufbereitungsanlagen behandelt, wobei eine Ausschleusung speziell von Kunststoffen in diesen Anlagen meist nicht stattfindet. Aber auch in den Sortieranlagen werden die enthaltenen Kunststoffe, hierbei handelt es sich vor allem um Folien und formstabile Kunststoffe (z.B. Eimer, Kanister), nur teilweise aussortiert.

Anhand von Anlagenbilanzierungen aus dem Jahr 2013 ermittelten Dehne et al. 2014, dass sich die gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle im Input der Sortieranlagen zu rund 23,9 Massenprozent aus Kunststoffen zusammensetzen, die Aushaltung von Kunststoffen zum Recycling beträgt dagegen im Mittel nur rund 2,5 Massenprozent bezogen auf den Input der Sortieranlagen.

Übertragen auf die statistischen erfassten Abfallmengen des Jahres 2011 enthalten die rund 6,24 Mio. t²⁸ angefallenen gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle ein Kunststoffpotenzial von rund 1,49 Mio. t (STBA 2013, Dehne et al. 2014).

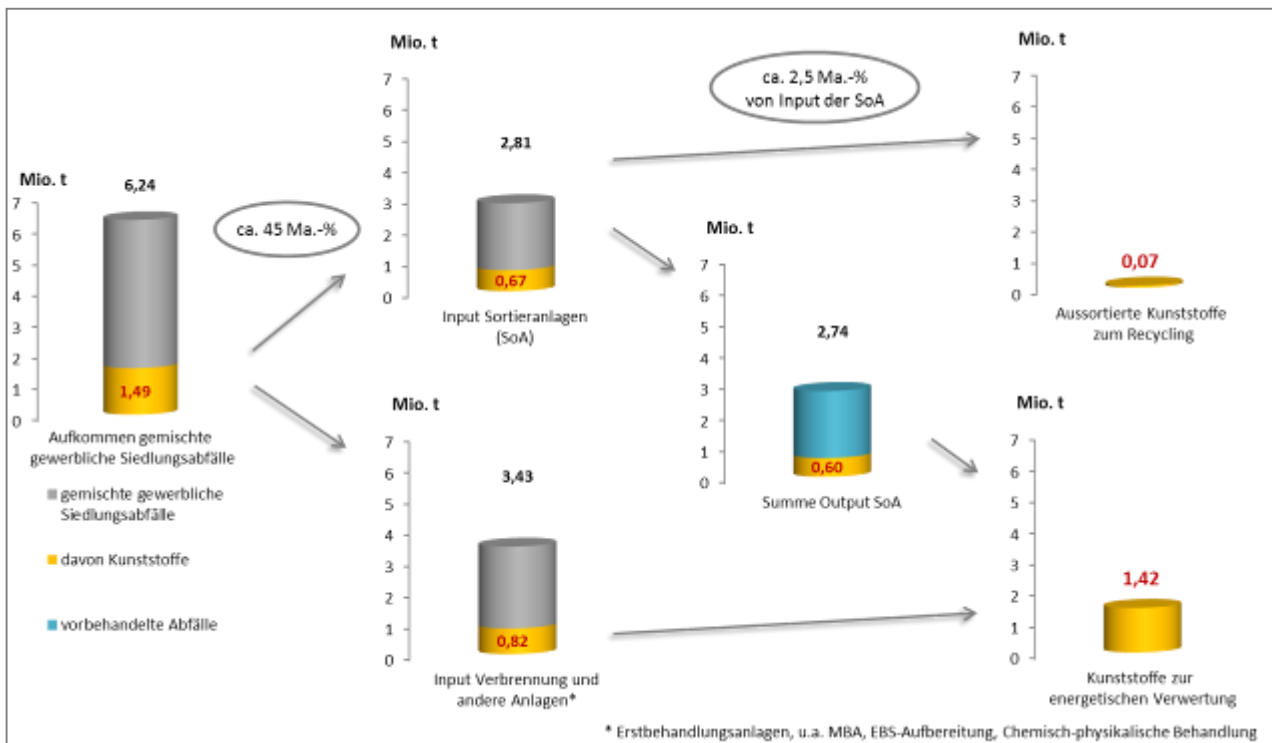
Ausgehend von den Untersuchungsergebnissen von Dehne et al. 2014 wurden im Jahr 2011 rund 2,81 Mio. t der gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle in Sortieranlagen vorbehandelt, dabei wurden lediglich etwa 70.000 t Kunststoffe – maßgeblich Folien – ausgeschleust. Der Großteil der Kunststoffe (rd. 600.000 t) ist als Bestandteil im EBS bzw. als Sortierrest energetisch verwertet worden (vgl. Kapitel 5.2, Abbildung 39).

Die übrigen rund 3,43 Mio. t gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle mit einem Kunststoffpotenzial von rund 0,82 Mio. t wurden in energetischen Anlagen entsorgt. Insgesamt sind im Jahr 2011 somit rund 1,42 Mio. t Kunststoffe aus diesem Abfallstrom energetisch verwertet worden. Die nachfolgende Tabelle 56 veranschaulicht noch einmal diesen Sachverhalt.

²⁷ Unter dem Begriff gewerbliche gemischte Siedlungsabfälle sind hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, darunter AS 20030102 sowie anteilig AS 20030100 und AS 200399, und gemischte Verpackungen (AS 15010600) zu verstehen.

²⁸ Ermittlung des Aufkommens der gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle erfolgte analog der in Dehne et al. 2014 beschriebenen Vorgehensweise.

Abbildung 56: Aufkommen und Verbleib der in gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen enthaltenen Kunststoffe für das Jahr 2011

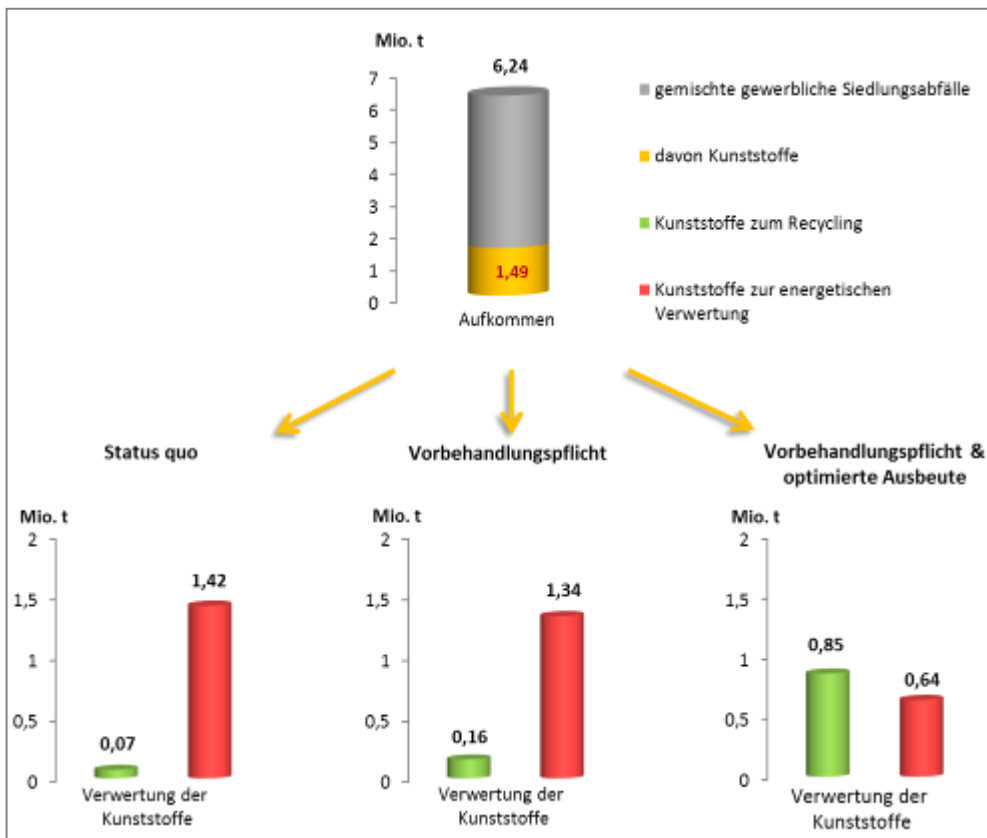


Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach Dehne et al. 2014

Um die Menge recycelbarer Wertstoffe zu steigern, schlagen Dehne et al. 2014 vor, das Gesamtaufkommen der gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle in Sortieranlagen grundsätzlich vorzubehandeln. Ausgehend von den Daten des Jahres 2011 würde diese Maßnahme, bei sonst gleicher Sortierpraxis, einen Anstieg der für das Recycling nutzbaren Kunststoffmenge auf rund 160.000 t bewirken (Abbildung 57). Im Vergleich zum Status quo bedeutet dies eine Verdopplung der aussortierten Kunststoffmenge.

Eine vollständige Aussortierung des gesamten Kunststoffpotenzials ist aus technischen Gründen nicht realistisch. Dennoch könnte die Ausbeute durch eine Optimierung der mechanischen Vorbehandlung (u.a. bessere Ausnutzung der installierten Technik, Vermeidung von Bandüberbelegungen) auf rund 56 Massenprozent des gesamten Kunststoffpotenzials gesteigert werden (Dehne et al. 2014). Im Jahr 2011 hätten somit rund 0,85 Mio. t Kunststoffe einer werkstofflichen Verwertung zugeführt werden können.

Abbildung 57: Steigerungspotenziale für das Recycling von Kunststoffen aus gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen für das Jahr 2011



Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach Dehne et al. 2014

8.3.3 Anfallstelle Bau

Für Kunststoffabfälle aus Bau- und Abbruchmaßnahmen konnten sich bereits freiwillige Rücknahmesysteme etablieren. Bekannt sind u.a. die Sammelsysteme für PVC-Fenster, -Rohre, -Dachbahnen und -Bodenbeläge (vgl. Kapitel 4.2). Die hierüber erfassten Abfälle werden bereits weitestgehend werkstofflich oder energetisch verwertet.

Kunststoffpotenziale aus dem Baubereich befinden sich insbesondere in den gemischten Bau- und Abbruchabfällen (AS 170904). Bei diesen sogenannten Baustellen(misch)abfällen handelt es sich um ein sehr heterogenes Gemisch aus Metallen, Holz, Kunststoffen, Pappe, Glas, mineralischen Anteilen sowie organischen Resten.

Die quantitative Zusammensetzung dieses Abfallstroms wird insbesondere durch die Art der Bau- und Abbruchmaßnahme (Neubau-, Umbau- und Abbruchmaßnahmen), das Bauvolumen, die Bauphase (z.B. Rohbau oder Ausbau) und die regionalen Besonderheiten beeinflusst, allgemeingültige Aussagen zur Zusammensetzung sind daher nicht möglich. Das belegen auch die Literaturrecherchen von Pladerer et al. 2004 (2), wonach für den Kunststoffanteil Schwankungsbreiten von < 1 Massenprozent bis zu 15 Massenprozent ausgewiesen werden. Die dieser Aussage zugrunde liegenden Untersuchungen stammen überwiegend aus den 90er Jahren. Der mineralische Anteil lag damals noch bei etwa 42 bis 69 Massenprozent bezogen auf den Abfallstrom. Zwischenzeitlich konnte anhand von Anlagenbilanzierungen nachgewiesen werden, dass dieser Anteil auf ca. 25 bis 30 Massenprozent zurückgegangen ist (u.e.c. Berlin 2013). Der Rest entfällt auf Holz gefolgt von Kunststoffen, Metallen, Papier und Pappe.

Tendenziell wird mittel- bis langfristig der Kunststoffanteil in den anfallenden Bau- und Abbruchabfällen ansteigen, einerseits wegen des verstärkten Einsatzes von Kunststoffprodukten im Baubereich, andererseits weil das Ende der Lebenszeit ehemals verbauter Kunststoffprodukte erreicht ist und diese nun als Abfall anfallen werden. Neben den bereits separat erfassten Fenstern, Rohren und Bodenbelägen fallen Verpackungsfolien, Eimer und Kanister, Umreifungsbänder, Kartuschen und andere Kunststoffe wie z.B. Abdeckplanen an (Pladerer et al. 2004 (2)).

Im Jahr 2011 sind rund 3,43 Mio. t gemischte Bau- und Abbruchabfälle angefallen. Davon sind zwar ca. 65 Massenprozent (rd. 2,2 Mio. t) in Sortieranlagen mechanisch aufbereitet worden (STBA 2013), bezüglich der Aussortierung von Kunststoffen ist jedoch davon auszugehen, dass allenfalls eine Entnahme formstabiler Kunststoffe (u.a. Eimer, Kanister) und großer Folien erfolgte, während ein Großteil in der Fraktion zur energetischen Verwertung verblieb.

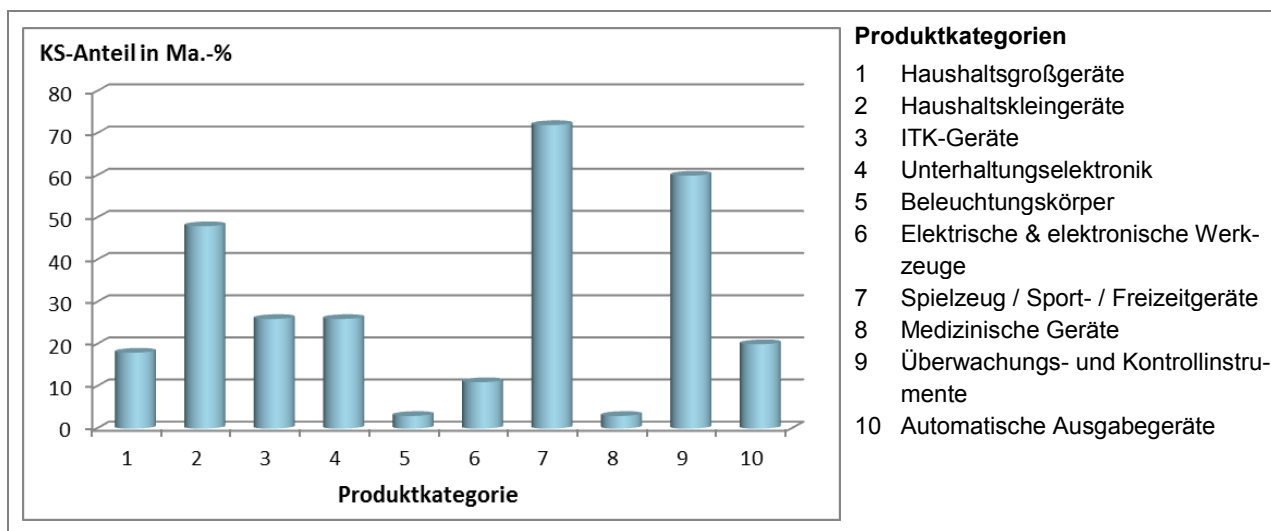
8.3.4 Anfallstelle Elektro-/Elektronikbereich

Kunststoffe bzw. Kunststoffgemische, sogenannte Blends, sind im Elektro/Elektronik-Sektor in extrem vielfältigen Einsatzbereichen vertreten. Die Art des verwendeten Kunststoffes ist dabei abhängig von der jeweiligen spezifischen Funktion (Delgado et al. 2007). Typische Anwendungen sind

- ▶ Gehäuse und Schutzhüllen für kleine Haushaltsgeräte, hierzu zählen u.a. Kaffeemaschine, Bügeln, Fön, Rasierer, Telefone (ABS, PP, PC, PS (HIPS), PPE, PC/ABS, PET, PA),
- ▶ Dämmmaterial in Kühlschränken und Waschmaschinen (PP, PS (HIPS), PU(-Schaum), PVC),
- ▶ Kabelisolierungen (PVC, PE) sowie
- ▶ Oberflächenabdeckungen von Displays (PET (PBT), PMMA, PVC, UP (Polyesterharz)).

Insgesamt wird zwischen 10 Produktkategorien unterschieden, deren Kunststoffanteile zwischen weniger als 5 Massenprozent für Beleuchtungskörper und medizinische Geräte und über 70 Massenprozent für Spielzeuge sowie Sport- und Freizeitgeräte variieren (Abbildung 58).

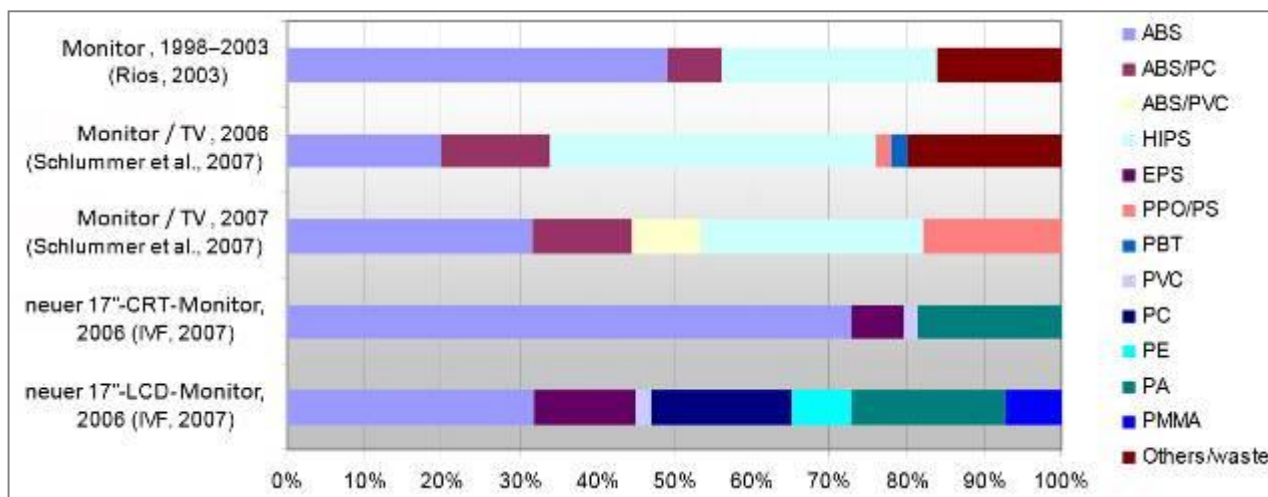
Abbildung 58: Kunststoffanteile nach Produktgruppen



Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach Delgado et al. 2007

Elektrogeräte setzen sich darüber hinaus aus einer Vielzahl unterschiedlicher Kunststoffsorten zusammen, dies ist in Abbildung 59 für verschiedene Monitormodelle dargestellt. Es wird deutlich, dass nicht nur die Anteile, sondern auch die Anzahl der eingesetzten Kunststoffsorten je nach Modell voneinander abweichen. Die Kunststoffsorten ABS, ABS/PC und PS (hier: HIPS) dominieren jedoch in allen Fällen die Zusammensetzung.

Abbildung 59: Anteile verschiedener Kunststoffsorten in TV-Monitoren, in Massenprozent



Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach Wäger et al. 2009

Consultic 2012 weist für die im Jahr 2011 als Abfall angefallenen Elektro-/Elektronikaltgeräte ein Kunststoffpotenzial in Höhe von rund 241.000 t aus und erfasst hierin sowohl den Kunststoffanteil von Elektroaltgeräten aus der getrennten Erfassung als auch den Kunststoffanteil der Geräte, die zusammen mit dem Restabfall entsorgt wurden.

Gemäß den Angaben des BMUB wurden im Jahr 2010 insgesamt rund 1,73 Mio. t Elektrogeräte in den Verkehr gebracht (BMU 2013). Die Elektroaltgerätemenge aus der Getrennterfassung des privaten und gewerblichen Endverbrauchs betrug in demselben Jahr rund 777.000 t (siehe Anhang 13). Das darin enthaltene Kunststoffpotenzial kann mit Hilfe der Kunststoffanteile je Produktkategorie (vgl. Abbildung 58) auf rund 193.000 t abgeschätzt werden.

Bislang werden nur rund 18.000 t der Kunststoffe aus Elektro/Elektronikaltgeräten werkstofflich verwertet (Consultic 2012). Ein Problem stellt die Dotierung mit Flammenschutzmitteln (FSM) und Schwermetallen dar, die das Verwertungspotenzial erheblich reduzieren.

Untersuchungen von Krämer et al. 2010 haben gezeigt, dass eine erfolgreiche Abtrennung Flammenschutzmittel dotierter Kunststoffe mit einer Kombination aus NIR- und Röntgentransmissionstechnik erzielt werden kann (vgl. Kapitel 5.3). Hierbei werden nach dem Prinzip einer trocken-mechanischen Dichtentrennung FSM-dotierte Kunststoffe, die ein höheres atomares Gewicht aufweisen, erkannt und ausgeschleust und somit Kunststofffraktionen erzeugt, die nahezu frei von polybromierten Kunststoffen sind.

8.3.5 Anfallstelle Altfahrzeuge

Im Bereich des Fahrzeugbaus finden Kunststoffe für die Herstellung zahlreicher Bauteile Anwendung. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Vielfalt der eingesetzten Kunststoffsorten. In Deutschland werden maßgeblich die Kunststoffsorten PP (Anteil: 27 Massenprozent), PU (15 Massenprozent) und PA (14 Massenprozent) verarbeitet (Consultic 2012).

Tabelle 18: Kunststoffsorten und ihre Verwendung in Fahrzeugen

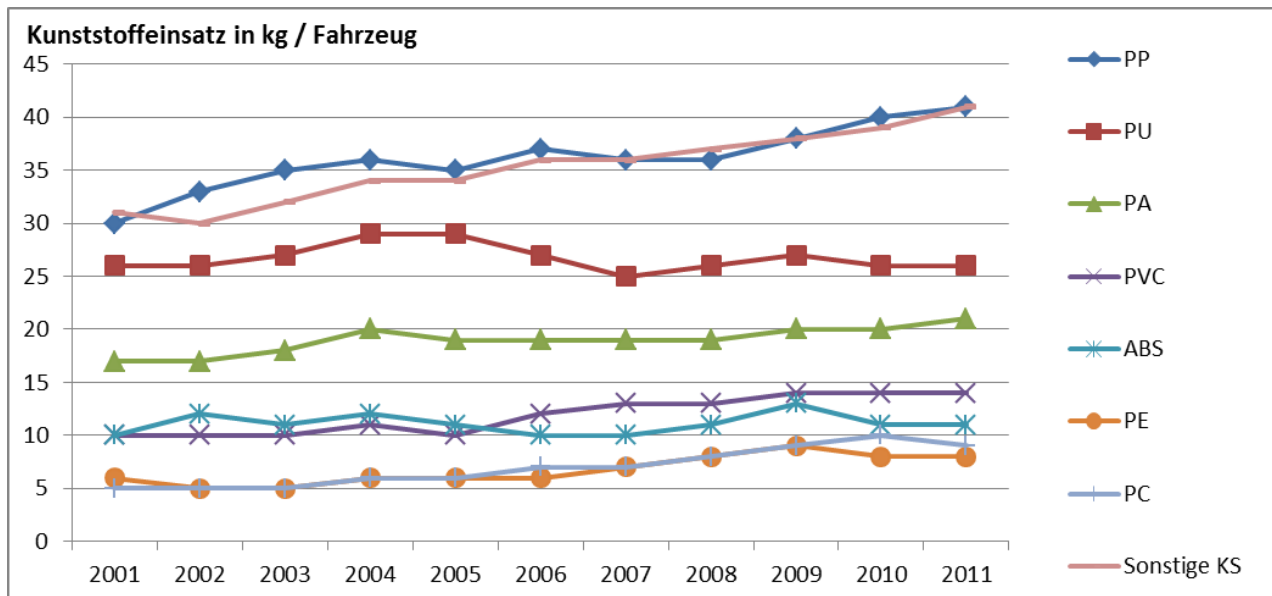
Bauteil	Kunststoffsorte	Kunststoffverteilung
Stoßfänger	PP, ABS, PC/PBT	10%
Bestuhlung	PU, PP,PVC, ABS, PA	14%

Bauteil	Kunststoffsorte	Kunststoffverteilung
Armaturenbrett	PP, ABS, SMA, PPE, PC	7%
Kraftstoffsystem	HDPE, POM, PA, PP, PBT	6%
Karosserie	PP, PPE, UP	6%
Komponenten unter der Haube	PA, PP, PBT	9%
Innenausstattung	PP, ABS, PET, POM, PVC	21%
Elektrische Bestandteile	PP, PE, PBT, PA, PVC	7%
Außenverkleidung	ABS, PA, PBT, POM, ASA, PP	4%
Beleuchtung	PC, PBT, ABS, PMMA, UP	5%
Polsterung	PVC, PU, PP, PE	8%
Flüssigkeitsbehälter	PP, PE, PA	1%
		100%

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach EUPC 2012

Bei genauerer Betrachtung der eingesetzten Kunststoffsorten zeigt nachfolgende Abbildung (Abbildung 60), dass die PP-Menge im Mittel um 10 kg pro Fahrzeug angestiegen ist, auch der Anteil der sonstigen, häufig speziell für den Automobilbereich fabrizierten Kunststoffsorten ist im Jahr 2011 deutlich höher als noch im Jahr 2001, gleichzeitig hat PU etwas an Bedeutung verloren.

Abbildung 60: Entwicklung des Einsatzes einzelner Kunststoffsorten in Fahrzeugen, 2001-2011



Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach American Chemistry Council 2012

Die Erhöhung des Komforts, aber auch der Sicherheitstechnik in den Fahrzeugen hat dazu geführt, dass die Fahrzeuge insgesamt deutlich schwerer geworden sind. Ein VW Passat wog Anfang der 70er Jahre rund 885 kg, die 6. Generation dieses Fahrzeugmodells aus dem Jahr 2005 bringt dagegen rund 1.340 kg auf die Waage (Goede 2007). Maßgeblich getrieben durch die Senkung des Kraftstoff-

verbrauchs, wurden, um Gewicht zu reduzieren, zahlreiche metallische Bauteile durch Kunststoffbauteile ersetzt. Hierzu zählen u.a. Stoßfänger, Kotflügel, Seitenverkleidungen, Kühlergrill, Armaturenbretter und der Kraftstofftank. Mittlerweile werden etwa 28 % aller Fahrzeugeinzelteile aus Kunststoffen hergestellt; dies entspricht ca. 760 Einzelteilen (Delgado et al. 2007). Während im Zeitraum 2002 bis 2012 die Einsatzmenge Stahl/Eisen je Fahrzeug um knapp 100 kg sank, nahm die Einsatzmenge leichter Baumaterialien, insbesondere Kunststoffe und Aluminium, kontinuierlich zu, hier dargestellt für den US-amerikanischen Fahrzeugmarkt).

Tabelle 19: Entwicklung des Materialeinsatzes im Fahrzeugbau, 2002-2012

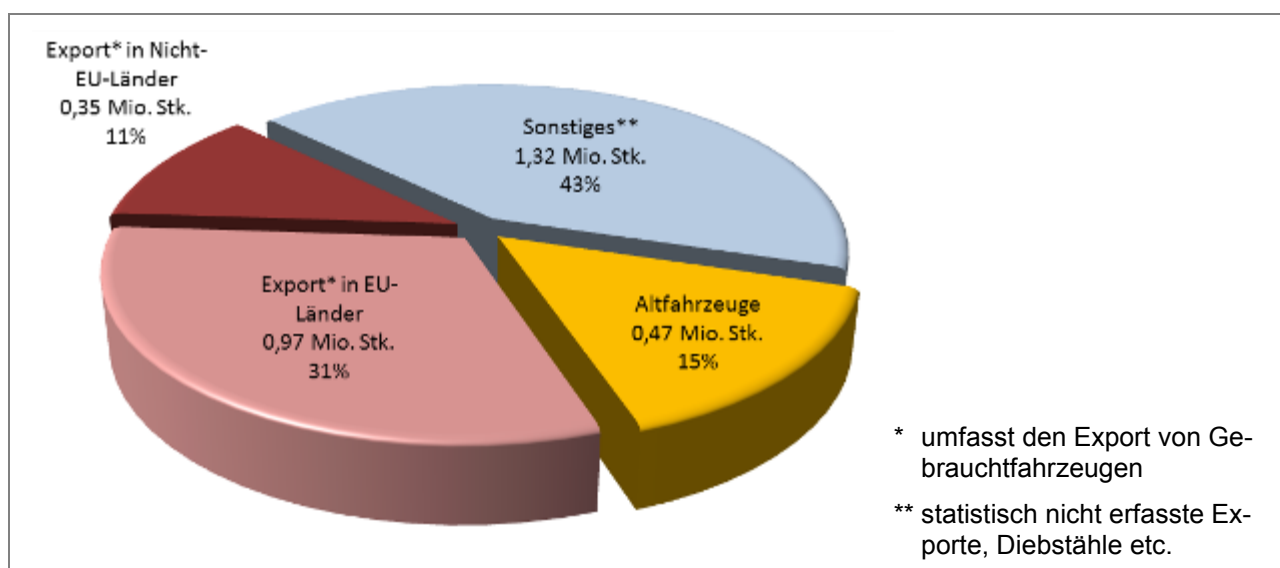
Material	2002 kg	2012 kg
Eisen/Stahl	1.153	1.057
Aluminium	131	141
Kunststoffe	139	161
Sonstige Materialien	362	419
Summe Fahrzeuggewicht	1.784	1.778

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach American Chemistry Council 2012

Bezogen auf das Leergewicht liegt der Kunststoffanteil heutzutage bei etwa 10 bis 15 Massenprozent, Tendenz steigend (Delgado et al. 2007, Pfenning 2011, Brünglinghaus 2013). Bei Mittelklassewagen mit einem Fahrzeugleergewicht zwischen 1.000 und 1.400 kg entfallen somit 100 bis 210 kg auf die Materialklasse der Kunststoffe. Verglichen mit den Kunststoffanteilen der 70er Jahre von rund 45 kg (ca. 5 Massenprozent bezogen auf das Fahrzeugleergewicht) hat sich der Kunststoffeinsatz also nahezu verfünffacht.

Im Jahr 2011 wurden rund 3,1 Mio. Fahrzeuge endgültig stillgelegt, davon fielen rund 466.200 Altfahrzeuge (ca. 15 % der stillgelegten Fahrzeuge) zur Verwertung an. Darüber hinaus wurden etwa 43 % der Fahrzeuge als Gebrauchtwagen exportiert, für die restlichen Fahrzeuge (42 % der endgültigen Stilllegungen) ist der Verbleib statistisch nicht erfasst (Abbildung 61) (UBA BMU 2013).

Abbildung 61: Verbleib der endgültig in Deutschland stillgelegten Fahrzeuge im Jahr 2011



Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach UBA BMU 2013

Ausgehend von einem mittleren Fahrzeuggewicht²⁹ von etwa 1 t sowie einem Kunststoffanteil von 10 Massenprozent errechnet sich aus der Anzahl der Altfahrzeuge für das Jahr 2011 ein Kunststoffpotenzial in Höhe von rund 47.000 t.

Im Jahr 2011 wurden in rund 200 der statistisch erfassten 1.260 Demontagebetriebe für Altfahrzeuge rund 2.000 t Kunststoffteile demontiert und einer Wiederverwendung bzw. maßgeblich einer werkstofflichen Verwertung zugeführt (UBA BMU 2013). Somit wurden nur etwa 4 Massenprozent des in Altfahrzeugen theoretisch enthaltenen Kunststoffpotenzials recycelt.

Durch eine konsequente Demontage großer Kunststoffteile, hierzu zählen neben Stoßfängern, auch Radkappen, Kühlergrill, Rammschutzleisten, Motorabdeckungen, Radlaufschalen und Kraftstofftanks, könnte die Recyclingmenge auf rund 11.500 t gesteigert werden. Dieser Abschätzung liegen die Untersuchungsergebnisse von Woidasky et al. 2003 zugrunde (siehe Anhang 14).

Nicht demontierte Kunststoffe finden sich in der Schredderleichtfraktion. Der Kunststoffanteil in der Schredderleichtfraktion liegt im Mittel bei 28 Massenprozent (Martens 2011, Oberdörfer 2009, Thomé-Kozmiensky 2012). Aus den Kapiteln 4 und 5 ist bereits bekannt, dass die Aufbereitung der Schredderleichtfraktion unter Einsatz sogenannter Post-Shredder-Verfahren insbesondere für die Aufbereitung der enthaltenen Kunststoffe aktuell von untergeordneter Bedeutung ist und die Kunststoffe im Gemisch mit anderen Materialien energetisch verwertet werden.

Zusammenfassend existieren insbesondere hinsichtlich der Demontage großer Kunststoffteile deutliche Potenziale für eine Steigerung der werkstofflichen Verwertung.

8.4 Zusammenfassende Betrachtung möglicher Steigerungspotenziale

Zusammenfassend zeigt sich, dass Potenziale zur Steigerung der werkstofflich verwertbaren Kunststoffmenge für alle betrachteten Anfallstellen für Altkunststoffe identifiziert werden konnten, mengenrelevante Produktgruppen und Kunststoffsorten sind in Tabelle 20 zusammengefasst.

Tabelle 20: Mengenrelevante Produktgruppen und Kunststoffsorten für eine Steigerung der Sekundärrohstoffmenge

Anfallstelle Altkunststoff	relevante Produktgruppen	relevante Kunststoffsorten
gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle	Folien, formstabile Kunststoffe (u.a. Eimer, Kanister)	PE, PP
Verpackungen und stoffgleiche Nichtverpackungen aus privatem Endverbrauch	Folien, Verpackungen, formstabile Kunststoffe (u.a. Schüsseln, Spielzeuge)	PE, PP
Elektro-/Elektronikaltgeräte	u.a. Gehäuseteile, Abdeckungen	ABS, PP, PS
Altfahrzeuge	u.a. Radkappen, Stoßfänger, Motorabdeckung	ABS, PA, PP

Quelle: eigene Darstellung

Das größte theoretisch verfügbare Kunststoffpotenzial in Höhe von rund 1,49 Mio. t ist in den gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen zu finden, von denen bislang lediglich nur knapp 5 Massenprozent (ca. 70.000 t) einer werkstofflichen Verwertung zugeführt werden.

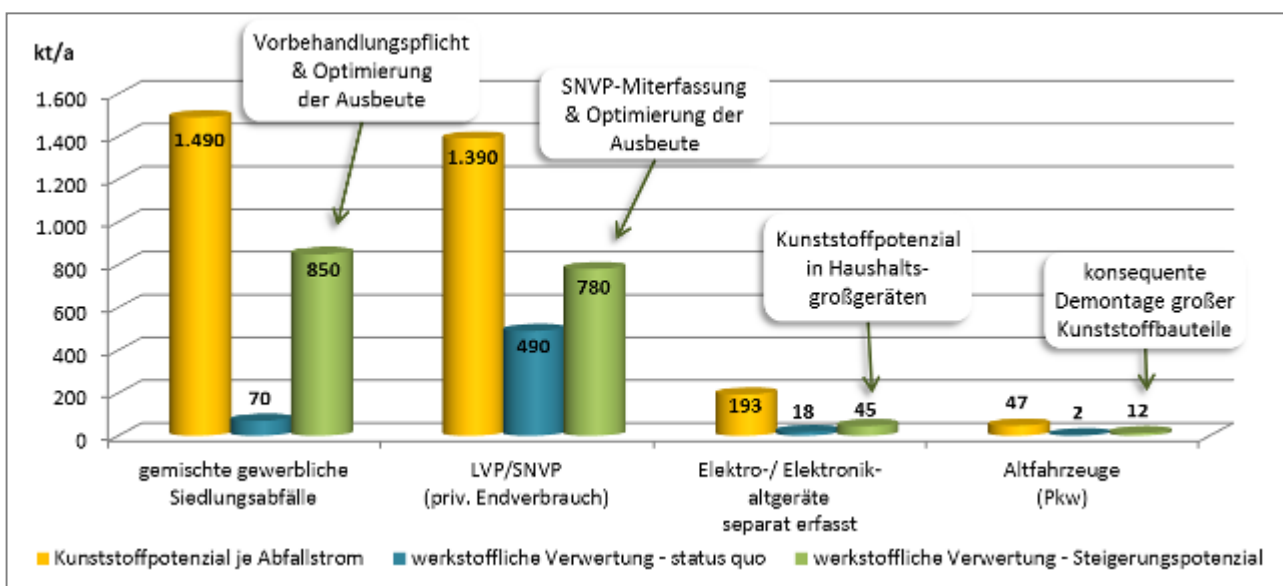
²⁹ Im Jahr 2011 fielen insgesamt 466.160 Altfahrzeuge mit einem Gesamtgewicht von rund 468.460 t an (UBA BMU 2013)

Für eine Steigerung der werkstofflich verwerteten Menge aus dem Gewerbe wäre zunächst die vorgeschriebene getrennte Erfassung am Anfallort konsequent umzusetzen. Für die im Ausnahmefall erzeugten gemischten Abfallströme könnte eine verpflichtende Sortierung dieser Abfallgemische in Kombination mit einer Optimierung der Ausbeute die dem Recycling zugeführte Kunststoffmenge deutlich steigern (Dehne et al. 2014). Gleiches gilt für die gemeinsame Erfassung von LVP und SNVP in einer Wertstofferrfassung (Dehoust et al. 2012). Die bislang aussortierte Kunststoffmenge in Höhe von rund 0,49 Mio. t aus der LVP/SNVP -Sammlung und der Vorbehandlung von gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen könnte auf diese Weise auf bis zu 1,6 Mio. t Kunststoffe gesteigert werden. Dies bedeutet eine Steigerung um insgesamt rund 1 Mio. t Kunststoffe.

Weitere Steigerungspotenziale, wenngleich in deutlich niedrigerer Menge, finden sich im Bereich der Aufbereitung von Altfahrzeugen und Elektro-/Elektronikaltgeräten, insbesondere von Haushaltsgroßgeräten. Bislang werden nur etwa 2.000 t bzw. 18.000 t Kunststoffabfälle aus diesen Bereichen separiert und einer werkstofflichen Verwertung zugeführt. Dies entspricht zusammen nur etwa 8 Massenprozent bezogen auf das Kunststoffgesamtpotenzial beider Anfallstellen in Höhe von 240.000 t. Eine konsequente Demontage von (großen) Kunststoffbauteilen könnte eine Erhöhung der separierten Kunststoffe je nach Anfallstelle um das Doppelte bzw. sogar das Sechsfache bewirken.

Die Abb. 62 stellt für ausgewählte Anfallstellen das enthaltene Kunststoffpotenzial den derzeitiger werkstofflicher Verwertung gegenüber. In einem dritten Balken zeigt es das Potenzial an Kunststoffmengen, die bei der Umsetzung von geeigneten Maßnahmen und Instrumenten in das Recycling gehen könnten.

Abbildung 62: Potenziale für die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen ausgewählter Anfallstellen



Quelle: eigene Darstellung

9 Identifizierung, Systematisierung und Diskussion von Hemmnissen für eine werkstoffliche Verwertung

Ziel dieses Arbeitspaketes ist es, aufbauend auf den empirischen Analysen der vorangegangenen Kapitel zentrale Hemmnisse für die identifizierten Lücken zwischen möglichen Potenzialen für den Einsatz von Sekundärrohstoffen und der aktuellen Ist-Situation zu identifizieren. Diese sollen im Hinblick auf ihre Ursachen und Wirkungsmechanismen sowie auf die damit verbundenen Effekte auf den Einsatz von Sekundärkunststoffen analysiert werden. Dabei wird zwischen verschiedenen grundsätzlichen Hemmnis-Typen unterschieden (Ekins 2010):

- ▶ Ökonomische Hemmnisse
- ▶ Informatorische Hemmnisse
- ▶ Rechtliche/ institutionelle Hemmnisse

Im Folgenden werden zunächst das methodische Vorgehen und die dafür verwendeten Quellen beschrieben, spezifische ökonomische, informatorische sowie rechtliche Hemmnisse dargestellt und daraus eine abschließende Hemmnis-Matrix abgeleitet.

9.1 Vorgehen und Datenbasis

Die Auswahl der im Rahmen dieses Projektes untersuchten Hemmnisse basieren im Wesentlichen auf folgenden drei Quellen:

- ▶ Einer umfassenden Literaturanalyse zu grundsätzlichen Hemmnissen in Recycling-/ Sekundärrohstoffmärkten und den besonderen Herausforderungen im Bereich Kunststoffen,
- ▶ den Ergebnissen einer breit angelegten Fragebogenaktion bei Kunststoffrecyclern
- ▶ sowie einer Reihe von teilstrukturierten Experteninterviews mit Akteuren entlang der gesamten Recyclingkette.

9.1.1 Ergebnisse der Literaturanalyse

Trotz tendenziell steigender Preise für Primärrohstoffe (vgl. Heck et al. 2014) und damit verbundenen Anreizen zur Kreislaufführung sind im Bereich der Kunststoffabfälle Recyclingraten zu beobachten, die weit unter den technischen Potenzialen liegen. Dies ist u.a. auf eine Reihe systematischer Marktversagenstatbestände zurückzuführen, die sich aus verschiedenen ökonomischen, informatorischen, rechtlichen und institutionellen Charakteristika von Abfällen ergeben. Diese sollen hier kurz zusammengefasst werden, bevor in den folgenden Kapiteln ihre konkreten Auswirkungen auf den Einsatz von Sekundärkunststoff betrachtet werden.

Aus der Betrachtung internationaler Recyclingmärkte leiten Johnstone und de Tilly (OECD 2005, S. 19ff) verschiedene Markt-Ineffizienzen ab, die sich negativ auf das Recyclingniveau insgesamt auswirken. Dabei spielt vor allem die Verfügbarkeit von Informationen eine entscheidende Rolle. Im Gegensatz zu Primärrohstoffen ist die Qualität von Sekundärrohstoffen deutlich schwieriger zu beurteilen. Als Qualitätsmerkmale kommen hierbei beispielsweise Kontaminierungen mit Störstoffen in Frage, aber auch die Vermischung mit anderen prinzipiell wertvollen Stoffen (so hat z.B. bereits ein geringer Kupferanteil im Stahlschrott erhebliche Konsequenzen für seine weitere Verwendungsfähigkeit). Bereits geringfügige Veränderungen im Reinheitsgrad können aus Abfällen mit einem positiven Preis gefährliche Abfälle werden lassen, die mit sehr hohen Kosten entsorgt werden müssen (dies ist vor allem bei Kontaminierungen mit gefährlichen Abfällen der Fall). In vielen Bereichen existiert diese Art von Informationen über Abfälle überhaupt nicht oder die Informationen sind asymmetrisch zwischen den Akteuren verteilt. In diesen Fällen bestehen für die informierte Anbieterseite massive öko-

nomische Anreize, gegenüber dem Abnehmer die tatsächliche Qualität der Abfälle zu positiv darzustellen. Der Käufer kann diese Angaben entweder gar nicht oder nur zu prohibitiv hohen Kosten überprüfen (problematisch sind dabei insbesondere fehlende Informationen seitens der Hersteller zur stofflichen Zusammensetzung der Produkte).

Auf solchen Märkten besteht die Gefahr, dass der von Akerlof (Akerlof 1970) am Beispiel von Altautos beschriebene Prozess der adversen Selektion in Gang kommt: Da der mögliche Gewinn für den Verkäufer natürlich höher ist, wenn er Abfälle schlechter Qualität (die sonst eventuell als gefährlicher Abfall entsorgt werden müssten) verkauft, werden die Anbieter guter Qualität langfristig vom Markt vertrieben, was im Endeffekt zum Zusammenbruch des Gesamtmarkts für höherwertige Abfälle führen kann. Die Unsicherheiten über die Qualität der Sekundärrohstoffe und den eingesetzten Abfall sind dabei um so gravierender, je höher die Kosten der Entdeckung dieser Mängel sind und je höher die Kosten ausfallen, wenn die Mängel entweder ex ante (kann der Mangel noch behoben werden?) oder ex post (ist das resultierende Produkt überhaupt noch zu verkaufen?) entdeckt werden (OECD 2006). Das Problem ist nach wie vor gerade für Siedlungsabfall relevant, da hier kaum nachvollziehbare Stoffströme von einer Vielzahl von Verursachern zusammenkommen, ein Nachvollziehen der einzelnen Quellen ist daher praktisch unmöglich. Speziell für Technologiemetalle, die im Abfall selber nur durch aufwändige Analytikverfahren nachgewiesen werden können, gewinnt das Informationsmanagement zu Stoffflüssen, Stofflagern und ihre Verteilungen besondere Bedeutung, um ihr Recycling effizient gestalten zu können.

Auf den Märkten für Sekundärrohstoffe kommt hinzu, dass mit den Primärrohstoffen in der Regel eine perfekte Alternative zur Verfügung steht und die Käufer damit nicht unbedingt auf Rezyklate angewiesen sind: Transaktionskosten, die auf den Preis für Sekundärrohstoffe aufgeschlagen werden, führen damit tendenziell zu einer niedrigeren Recyclingquote. Solche Kosten entstehen unter anderem, weil mit dem Austritt der Abfälle aus einem Unternehmen der Zugang zu Informationen über diese Stoffgemische verloren geht. Dazu zählen auch administrative Aufwendungen, die bei einer anlageninternen Kreislaufführung von Stoffen nicht anfallen, da hierbei juristisch überhaupt kein Abfall entsteht. Würde der identische Stoff aber in einer identischen Anlage eines anderen Unternehmens wieder eingesetzt, so würde es sich nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz zunächst um Abfall handeln, womit eine Vielzahl von administrativ aufwendigen Auflagen (z.B. Nachweisführung über den Verbleib von Abfällen) verbunden wäre.

Die Relevanz dieser Transaktionskosten auf Märkten, bei denen mit Abfällen gehandelt wird, lässt sich indirekt an Preisunterschieden belegen. Auf perfekten Märkten ohne Transaktionskosten müsste im Prinzip ein einheitlicher Preis zu beobachten sein, da sonst rentable Arbitrage-Möglichkeiten bestünden. Transaktionskosten treiben jedoch einen Keil zwischen den Preis des Käufers und des Verkäufers. Enviro (OECD 2006) hat am Beispiel von Kunststoffabfällen gezeigt, dass bei identischen Stoffen Preisunterschiede bis zu einem Faktor 10 zu beobachten sind, je nachdem welche Informationen über die Zusammensetzung der Abfälle vorlagen.

9.1.2 Ergebnisse der Fragebogenaktion

Auf Basis der ausgewerteten Literatur wurden im Fragebogen für zehn Aspekte abgefragt, ob es sich dabei aus Sicht der adressierten Unternehmen um zentrale Hemmnisse handelt, Sekundärkunststoffe am Markt zu positionieren (Mehrfachnennungen wurden dabei explizit zugelassen).

Die folgende Tabelle zeigt die Auswertung aller dazu eingegangenen Antworten. Deutlich wird bereits hier, dass es sich beim Einsatz von Sekundärkunststoffen weniger um einzelne konkrete – und damit vielleicht einfach zu beseitigende Hemmnisse handelt, sondern um eine Vielzahl, untereinander eng verwobener Aspekte, die zu der Diskrepanz zwischen dem für Deutschland dargestellten Status Quo und den beschriebenen Potenzialen führen. Bei den konkret genannten Punkten sind insbesondere Schwierigkeiten bei der Verfügbarkeit von Inputmaterialien (39 %), die Konkurrenz zur energetischen

Verwertung (39 %) sowie Probleme im Umgang mit REACH (32 %) bzw. den Kriterien zum Ende der Abfalleigenschaft (29 %) hervorgehoben worden.

Tabelle 21: Ergebnisse der Fragebogenaktion

Hemmnis (Mehrfachnennung möglich)	Häufigkeit der Beantwortung
Schwierigkeiten hinsichtlich der Verfügbarkeit von Inputmaterial	39 %
Schwankende Erlöse	14 %
Konkurrenz zur energetischen Verwertung	39 %
Qualitätsanforderungen auf der Abnehmerseite entsprechend Neuware	14 %
Probleme mit gewünschten Liefermengen	18 %
Probleme mit gewünschten Lieferfristen	0
Uneinheitliche und für den Abnehmer nicht aussagekräftige Qualitätsstandards für Sekundärrohstoffe	25 %
Unklare Vorgaben zum Ende der Anforderungen	29 %
Probleme hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen der REACH-Verordnung	32 %

Quelle: eigene Darstellung

Probleme mit Lieferfristen, Qualitätsanforderungen der Abnehmerseite sowie schwankende Erlöse wurden nur von weniger als jedem Fünften als zentrales Hemmnis benannt. Zusätzlich wurde die Möglichkeit gegeben, weitere Hemmnisse zu benennen. Dabei wurden u.a. folgende Themen genannt (die teilweise auf individuellen Einschätzungen beruhen):

Tabelle 22: Weitere Ergebnisse der Expertenbefragung

Hemmnisse
▶ Export von Kunststoffverpackungen und der damit ausgeübte Preisdruck durch die Systembetreiber auf die europäischen Recycler ▶ Laufend steigende Inputpreise bei relativ gleichbleibenden Erlösen (-> Marge sinkt) ▶ Mangelnde Bereitschaft der weiterverarbeitenden Industrie, sich mit dem Einsatz von Rezyklaten zu befassen ▶ Abnehmerseite stellt bei fallenden Neuwarepreisen auf Neuware um ▶ Zu niedrige Preisvorstellung für Rezyklate; Preisniveau erlaubt keine Prozesse, die die geforderte Qualität sichern können ▶ Rohölpreise bestimmen den Preis, obwohl faktisch kein Einfluss ▶ Gesetzliche Vorschriften, die Regranulate für die Verwendung ausschließen, z.B. in der Kabelschutzrohrindustrie ▶ Fehlender Anreiz für Produkthersteller (Abnehmer) zur Entwicklung von Produkten, die für den Einsatz von Rezyklaten geeignet sind

Hemmnisse

Die folgende Übersicht zeigt, welche Rahmenbedingungen aus Sicht der befragten Akteure notwendig sind.

Wirtschaftlich	Abfallspezifisch
▶ Bund, Länder und Kommunen sollten verstärkt Produkte aus Sekundärkunststoffen einsetzen bzw. per Gesetz oder Verordnung dazu verpflichtet werden ▶ Lockerung oder Abschaffung der Verordnungen REACH und CLP ▶ Verpflichtung zur Einhaltung der Abfallhierarchie/ Quotenvorgaben für alle in Verkehr gebrachten Produkte ▶ Einführung einer Zeit-/Preis-Staffel-Verbrennungsabgabe, um die Wettbewerbsverzerrung zwischen Verbrennung und werkstofflicher Verwertung zu beseitigen und den "Trennanreiz" zu vergrößern. ▶ Stabiles Preisniveau bei Inputmaterialien ▶ Einsatz von Rezyklaten als Voraussetzung für Erlangung Umweltmanagementsystem, EMAS, EEG Minderung, Stromsteuererstattung ▶ Anpassung der momentanen Energiepolitik, sodass das Aufbereiten von Wertstoffen durch mittelständische Unternehmen mit geringeren steuerlichen Belastungen verbunden ist ▶ Informationen im Rahmen von Öffentlichkeitsarbeit ▶ Vorgaben zum Mindestrezyklateinsatz bei der Gebrauchsgüterherstellung	▶ Kontrolle des Exports von Kunststoffen aus Dualen Systemen, um eine Wettbewerbsverzerrung zu minimieren. ▶ Vereinheitlichung der Abfalltransporte -> Notifizierung in allen Ländern gleich ▶ Zulassung von Kunststoffabfällen im Post-Consumer Abfall, die nicht unter die Verpackungsverordnung fallen ▶ Sortenreine Trennung direkt an der Anfallstelle (z.B. nach PP, PET, PS, PE etc.) ▶ Verbesserung und Einhaltung der Qualitätskriterien mit Blick auf die kunststoffverarbeitende Industrie
Weitere Vorschläge	
▶ Stufenweise Anhebung der Recyclingquote für Kunststoffverpackungen ▶ Prüfung und Unterbindung des illegalen Transportes von Verpackungsabfällen nach Asien	

Quelle: eigene Darstellung

9.1.3 Experteninterviews

Auf Basis der Ergebnisse in Schritt 1 und 2 wurde ein teilstrukturierter Interviewleitfaden für Experteninterviews entwickelt. Die Auswahl der interviewten Experten ging dabei über das eigentliche Kunststoffrecycling hinaus und versuchte die gesamte Recyclingkette von der Erfassung, Sortierung,

Aufbereitung bis hin zum erneuten Einsatz als Sekundärkunststoff abzubilden. Angesichts der Vertraulichkeit der diskutierten Themen wurden auf den Einsatz von Telefoninterviews etc. verzichtet und alle Gesprächsteilnehmer persönlich aufgesucht.

Die Ergebnisse spiegeln selbstverständlich in erster Linie die Einzelinteressen der Verbände und Unternehmen wider. Trotzdem haben die Gespräche wertvolle Hinweise auf die Relevanz einzelner Hemmnisse sowie den Umgang der betroffenen Unternehmen mit diesen Themen gegeben und damit die Ergebnisse der standardisierten Fragebogenaktion in sinnvoller Weise ergänzt.

Die auf dieser Basis vorgenommene Auswahl zentraler Hemmnisse wurde auch mit den Teilnehmern des Projekt-Fachbeirats diskutiert und entsprechende Hinweise zur Ergänzung und Gewichtung aufgenommen.

9.2 Ökonomische Hemmnisse

Im Folgenden werden ökonomische Hemmnisse beschrieben und analysiert, die einem verstärkten Einsatz von Sekundärkunststoffen entgegenstehen. Dabei wird eine weite Definition von ökonomischen Hemmnissen zu Grunde gelegt, die über reine Preisverzerrungen (z.B. durch Kostenexternalisierungen) hinausgeht und auch Marktentwicklungen, Innovationsdynamiken und Governanceaspekte betrachtet, soweit sich daraus Anreizstrukturen für Marktteilnehmer ergeben, Kunststoffabfälle nicht in ausreichender Menge oder Qualität als Sekundärrohstoff anzubieten bzw. diese nicht nachzufragen. Die Auswahl der hier dargestellten Hemmnisse erfolgte wie beschrieben auf den Ergebnissen der Literaturrecherchen, der Fragebogenergebnisse sowie der Experteninterviews.

9.2.1 Preisliche Konkurrenz zur energetischen Verwertung

Übereinstimmend wurde sowohl in den Experten-Interviews als auch im Fragebogen die energetische Verwertung als dominierende Behandlungsoption für Kunststoffabfälle in Deutschland als eines der zentralen Hemmnisse für den Einsatz von Sekundärkunststoffen beschrieben: Da ein Großteil der Kunststoffabfälle überhaupt nicht einer stofflichen Verwertung zugeführt wird, stehen diese Mengen auch nicht für den Einsatz als Sekundärkunststoff zur Verfügung. Das konkrete Hemmnis ist dabei nicht die Verbrennungstechnologie an sich, sondern die durch Überkapazitäten verursachten sehr niedrigen Preisniveaus, die eine stoffliche Verwertung deutlich weniger rentabel erscheinen lassen. Das Grünbuch der Europäischen Kommission spricht in diesem Zusammenhang von einem „Staubsauger-Effekt“ der energetischen Verwertung (Europäische Kommission 2013).

9.2.1.1 Wirkungsweise des Hemmnisses

Die technische Infrastruktur der Abfallwirtschaft in Deutschland ist aktuell durch eine Vielzahl an Müllverbrennungsanlagen gekennzeichnet: „Wir befinden uns in einer Epoche, in der mindestens im zentraleuropäischen Umfeld Müllverbrennung als Mittel der Wahl für die Entsorgung sonst nicht anderweitig verwertbarer Abfälle weitgehend akzeptiert ist.“ (Mineur 2007, S. 202). Müllverbrennungsanlagen zeichnen sich durch ihre besondere Kapitalintensität aus: MVAs wie in Köln oder Stuttgart mit Jahreskapazitäten über 400.000t haben Baukosten von über 400 Mio. Euro verursacht.“ (Müllkonzept Südwestthüringen o.J.). Die klassischen Strukturen der Abfallentsorgung wie Müllverbrennungsanlagen werden für eine Nutzungsdauer von mehreren Jahrzehnten geplant, eine Vielzahl der in den 1970er errichteten MVAs ist auch heute noch in Betrieb. Diese hohen Investitionen und die damit verbundenen langen Amortisationszeiten werden auch von Akteuren der Abfallwirtschaft als ein wesentliches Hemmnis für die Entwicklung eines nachhaltigen Ressourcenmanagements benannt. Sowohl private als auch öffentliche Investoren haben ein Interesse, bestehende Infrastrukturen so lange wie möglich zu nutzen, um sunk costs zu vermeiden oder hohe Gewinne aus bereits abgeschriebenen Anlagen zu erzielen. Gerade die kapitalintensiven Müllverbrennungsanlagen stellen

äußerst irreversible Investitionen dar³⁰, die für keinen anderen Zweck eingesetzt werden können und ohne Müll nur noch zum Schrottwert veräußert werden könnten.

Die Gesamtkapazität der Müllverbrennung liegt nach allgemeiner Einschätzung zurzeit deutlich über dem tatsächlichen Bedarf, die private Recyclingwirtschaft beklagt „massive Fehlinvestitionen der kommunalen Entsorgungswirtschaft“ (EUWID RE 2010, S. 7) in Höhe von ca. 4 Mrd. Euro. Zusätzlich zu den deutschen Überkapazitäten kämen demnach auch noch Kapazitäts-Ausweitungen in den Niederlanden und Polen, die sich ebenfalls auf den deutschen Markt auswirken könnten³¹.

Nachdem zunächst im Abfallbeseitigungsgesetz von 1972 festgelegt worden war, dass ortsfeste Abfallbeseitigungsanlagen der Planfeststellung bedürfen, bestand nach der deutschen Wiedervereinigung vor allem auf dem Gebiet der ehemaligen DDR die drängende Notwendigkeit, neue Müllverbrennungsanlagen zu errichten. Daher wurde im Rahmen des Investitionserleichterungs- und Wohnbaulandgesetzes von 1993 die Zulassung von Abfallentsorgungsanlagen neu geregelt: Anstatt des bisher abfallrechtlichen Planfeststellungsverfahrens sind energetische, biologische und mechanische Abfallbehandlungsanlagen³² nun einem immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren unterstellt. Diese Sonderregelung, systematisch eine Rechtsgrundverweisung und keine Rechtsfolgenverweisung (Beckmann 2012, § 35 KrWG Rdnr. 16 ff.), wurde in § 30 Abs. 1 des 1996 erlassenen Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG) und nunmehr § 35 Abs. 1 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG)³³ beibehalten. Es blieb aber durchgehend bei der Verfahrensart des förmlichen Verfahrens (Planfeststellungsverfahren) und der Pflicht zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung nach dem UVPG. Heute gilt, dass die im Zusammenhang mit dieser Studie relevanten größeren Abfallverbrennungsanlagen mit einem Durchsatz von 3 Tonnen und mehr pro Tag nicht gefährlichem Abfall gem. Spalte 1 Ziff. 8.1.1.3. des Anhangs 1 zur 4. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (4. BImSchV) (v. 02.05.2013, BGBl. I 2013, 975 – 996) in einem förmlichen Verfahren (G) zu genehmigen sind. Sie unterliegen also der immissionsschutzrechtlichen Planfeststellung mit Öffentlichkeitsbeteiligung (§ 10 BImSchG) und nicht der bloßen Plangenehmigung ohne Öffentlichkeitsbeteiligung (§ 19 BImSchG) (Beckmann 2012, § 35 KrWG Rdnr. 35). Dieser Anlagentypus, in der 2. Spalte als (E) gekennzeichnet, muss ferner gem. § 3 der 4. BImSchV die Anforderungen der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24.11.2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) (Neufassung) (ABl. L 334 vom 17.12.2010, S. 17) erfüllen. Das bedeutet im Ergebnis, dass das Regime für die Zulassung von energetischen Abfallbeseitigungsanlagen vom Abfallrecht in das Immissionsschutzrecht verlagert wurde. Der wesentliche Unterschied zwischen diesen beiden Planungs-Verfahren besteht in der Tatsache, dass bei einem Genehmigungsverfahren nach BImSchG³⁴ aus dem Aspekt der Gewerbefreiheit heraus (Art. 12 Abs. 1 GG) ein Anspruch des Antragstellers auf Genehmigung besteht,

³⁰ Da der Bau großer Müllverbrennungsaufgaben nach wie vor hohe planerische Aufwendungen bedeutet, kann bereits eine schon bestehende Betriebsgenehmigung als eine solche irreversible Investition betrachtet werden, die für das Festhalten am Anlagenbau trotz eventuell bestehender Überkapazitäten sprechen könnte.

³¹ Auf europäischer Ebene hat die Abfallrahmenrichtlinie mit ihrer Zielsetzung, bis zum Jahr 2020 in allen Mitgliedsstaaten mindestens 50% der Abfälle zu verwerten, dazu geführt, dass massiv in zusätzliche Verbrennungskapazitäten investiert wird. Zudem werden beispielsweise in Polen die Investitionen in MVA-Kapazitäten mit bis zu 65% der Baukosten von der EU bezuschusst, vgl. Henkes 2010, S. 25.

³² Für Deponien gilt nach wie vor das Planfeststellungsverfahren nach dem KrWG.

³³ Vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch § 44 Absatz 4 des Gesetzes vom 22. Mai 2013 (BGBl. I S. 1324, Berichtigung v. 7.10.2013, BGBl. I S. 3753) geändert worden ist.

³⁴ Geregelt in der 9. BImSchV – Verordnung über das Genehmigungsverfahren. Dort werden mit Ausnahme der wasserrechtlichen Fragen alle Aspekte des Genehmigungsverfahrens gebündelt behandelt.

wenn er alle vorgeschriebenen Bedingungen erfüllt³⁵, beim abfallrechtlichen Planfeststellungsverfahren besteht ein solcher Anspruch wegen des planerischen Ermessens eben genau nicht (vgl. Kranert/Cord-Landwehr 2010, S. 484f.). Eine Alternativen- und Bedarfsprüfung, wie sie im Rahmen des abfallrechtlichen Planfeststellungsverfahrens vorgesehen ist, findet somit im immissionsschutzrechtlichen Planfeststellungsverfahren mit seiner gebundenen Entscheidung nicht mehr statt (vgl. SRU 2007, S. 155; Rochlitz 1996; Beckmann 2012, § 35 KrWG Rn. 38). Dass es sich bei der immissionsschutzrechtlichen Entscheidung um eine gebundene Entscheidung³⁶ und keine planerische Ermessensentscheidung handelt, d.h. dass ein Anspruch auf Erteilung der Genehmigung besteht, ergibt sich aus dem Wortlaut des § 6 BImSchG („ist zu erteilen“) (Klages 2013, Rn. 34). Für die „Bedarfsplanung“ einer größeren Abfallverbrennungsanlage gilt daher lediglich: Ein Vorhaben ist möglicherweise vernünftigerweise (nur ausnahmsweise dann) nicht geboten, wenn eine angemessene und sachgerechte Bedarfsanalyse keine hinreichende Rechtfertigung für das Projekt ergibt (Hofmann 2007, 60 ff.; Sanden 2013, § 13 Rn. 122). Dabei handelt es sich nicht um eine wirklich hohe Schwelle. Im immissionsschutzrechtlichen Verfahren besteht nach § 6 Abs. 3 Satz 1 Nr. 5 UPVG – anders als bei der strategischen Umweltprüfung nach § 14 b Abs. 1 UPVG – keine Pflicht zur Alternativenprüfung, wie das Bundesverwaltungsgericht³⁷ in einem Umkehrschluss aus § 14 g Abs. 1 UPVG folgte. Wie das Thüringer Obergerverwaltungsgericht festhielt³⁸, hat das folgende Konsequenz: Ruft eine geplante Müllverbrennungsanlage für die Nachbarn keine schädlichen Umwelteinwirkungen im Sinne der §§ 5 Abs. 1 Nr. 1, 3 Abs. 1 BImSchG hervor, können diese die Zulassung nicht mit dem Einwand anfechten, die Anlage sei überdimensioniert³⁹. Ebenso wenig, so die Richter weiter, komme es darauf an, ob es alternative und gleich geeignete Möglichkeiten der Abfallbehandlung gibt. Derzeit wird im Planfeststellungsverfahren diskutiert, ob man bei der Bedarfs- und Alternativenprüfung neue, erweiterte Wege geht (Durner 2011, 359; Steinberg 2011).

Durch die Änderung des Planungsverfahrens nach der Wiedervereinigung (Integration in das BImSchG) besteht damit in Deutschland nun keine Möglichkeit mehr für eine bedarfsgesteuerte Zulassung im Bereich der energetischen Behandlungskapazitäten in Abfallbeseitigungsanlagen. Das ist im Zusammenhang mit der Kritik zu sehen, dass das KrWG keine verbindlichen Vorgaben für eine Bedarfsplanung von Müllverbrennungsanlagen enthält (BUND 2010). Die Abfallwirtschaftskonzepte, die sich nach § 21 KrWG nach dem Landesrecht richten, werden vom Entsorgungsträger jeweils für ihr Gebiet aufgestellt. Die Abfallwirtschaftspläne (§ 30 KrWG), die Aussagen zu den erforderlichen Abfallbeseitigungsanlagen einschließlich der Müllverbrennungsanlagen enthalten (§ 30 Abs. 1 Nr. 4 KrWG) (zur Vorfassung: Dolde/Vetter 2001, 1107), werden landesweise mit einem mindestens zehnjährigen Planungshorizont (§ 30 Abs. 2 KrWG) verfasst. In ihnen können, wie Überlegungen in NRW zum Prinzip der „Entsorgung in der Nähe“ zeigen (Kellers 2013), durchaus Richtungsentscheidungen zum Abbau der Überkapazitäten versucht werden. Gemäß § 31 Abs. 1 KrWG soll bei den Abfallwirtschaftsplänen eine Abstimmung der Länder untereinander stattfinden, was jedoch keine wirkliche bundesweite Planung (wie z.B. beim Bundesverkehrswegeplan) bedeutet. So ist streitig, ob es im Wesentlichen auf den Bedarf im jeweiligen Bundesland ankommt (Kropp 2012b Rn. 32).

Die folgende Abbildung verdeutlicht jedoch, dass allein bezogen auf die kommunalen Müllverbrennungskapazitäten pro Kopf Länder wie Dänemark und insbesondere Schweden noch deutlich größere

³⁵ Für den Betrieb der Anlage gelten dann selbstverständlich noch eine Vielzahl weiterer Vorschriften wie die TA Luft, die TA Lärm oder die europäische IVU-Richtlinie.

³⁶ OVG Lüneburg, Urteil vom 22. Januar 2009 – 12 KS 288/07 –, juris, Rn. 34.

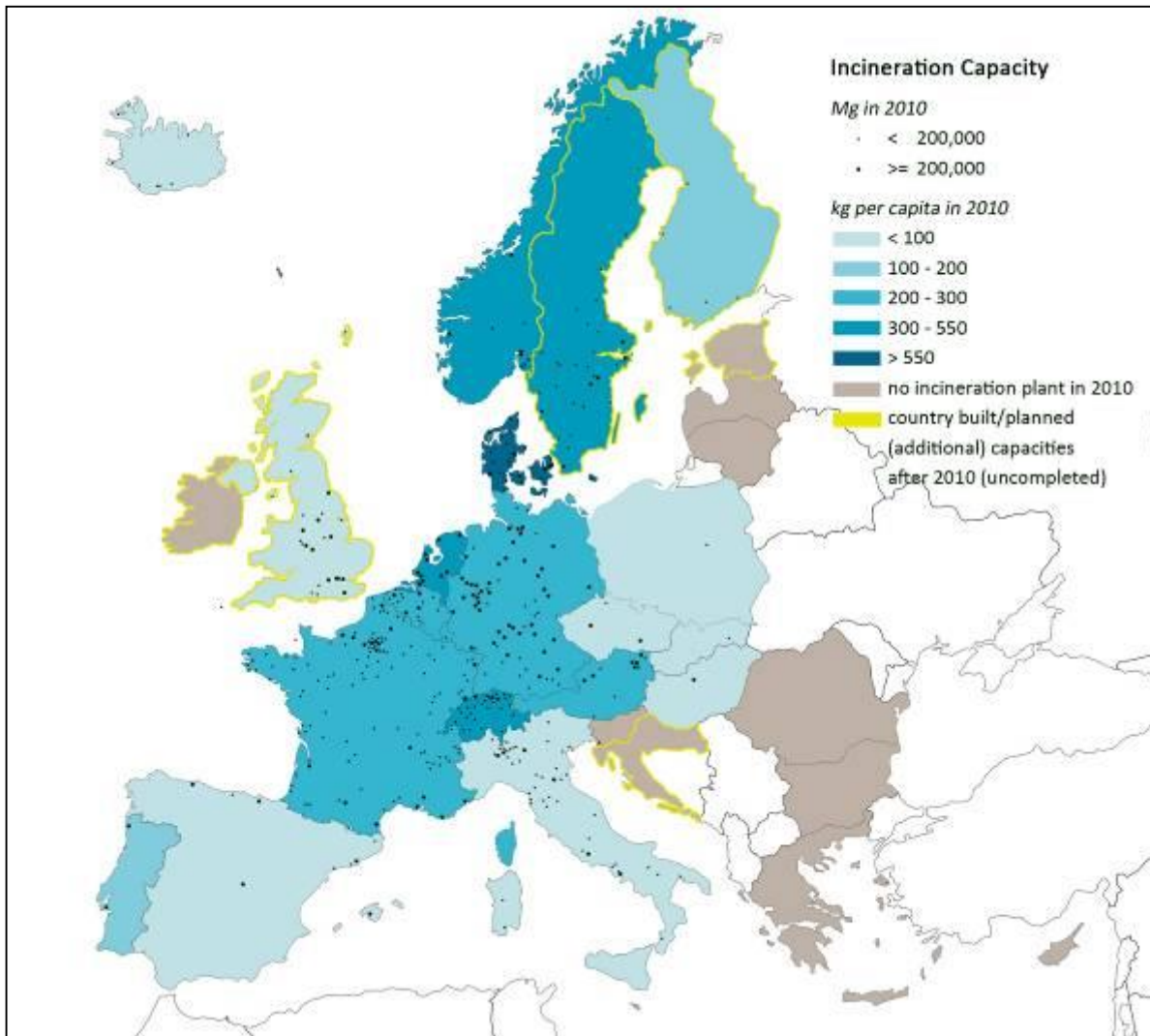
³⁷ Beschluss vom 09.04.2008, 7 B 2.08, <http://www.bverwg.de/entscheidungen/entscheidung.php?ent=090408B7B2.08.0>, Rn. 6

³⁸ Beschl. v. 22.2.2006, 1 EO 708/05, LS. 3. Vgl. auch OVG Lüneburg, Urt. v. 22. 1. 2009 – 12 KS 288/07, juris Rdnr. 34 f.

³⁹ Wie VGH Baden-Württemberg, Urteil vom 28.6.1996 – 10 S 2509/93 –, NVwZ 1996, 297.

Werte aufweisen. Die besonderen Herausforderungen für das Angebot hochwertiger Sekundärkunststoffe in Deutschland ergeben sich insbesondere durch die Kombination mit Investitionen im Bereich der Ersatzbrennstoffverwertung.

Abbildung 63: Müllverbrennungskapazitäten pro Kopf in der EU 28



Quelle: Wilts und von Gries 2014

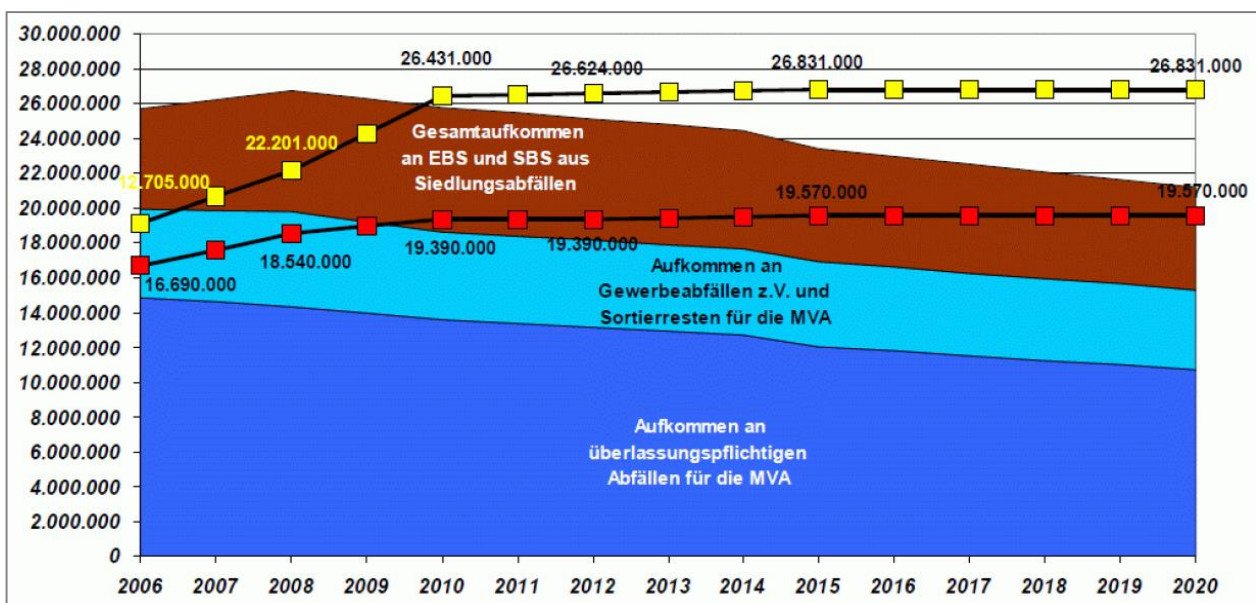
Im Bereich EBS kam es in den letzten Jahren offensichtlich zu parallelen Planungen für konventionelle MVAs und Ersatzbrennstoff-Kraftwerke⁴⁰. Innerhalb sehr kurzer Zeit sind seit dem Anstieg der Energiepreise 2007 in Deutschland Genehmigungsverfahren für EBS-Kraftwerke mit fast 5 Mio. Mg Kapazität durchlaufen worden. Obwohl verschiedene geplante Projekte nach Finanzierungsschwierigkeiten während der Weltwirtschaftskrise 2008/2009 eingestellt wurden, sind bereits jetzt mehr Anlagen in Betrieb oder Bau als langfristig EBS zur Verfügung stehen werden. Die Prognosen gehen

⁴⁰ Tatsächlich stiegen die Verbrennungspreise für die verbleibenden MVA-Kontingente zum 1.6. 2005 dramatisch an und lagen teilweise beim Dreifachen der heute zu bezahlenden Preise. Dass das teilweise befürchtete Chaos aber trotzdem weitgehend ausblieb, war zum einen auf die Genehmigung von Zwischenlagern, zum anderen auf die illegale Entsorgung in ostdeutschen Tongruben zurückzuführen. Angesichts der hohen MVA-Preise war hier sehr schnell sehr viel Geld zu verdienen, vgl. ITAD 2010.

zudem davon aus, dass das Aufkommen an heizwertreichen Gewerbeabfällen in Deutschland deutlich sinken wird (Vgl. Alwast 2009, S. 153). Aktuellen Prognosen zufolge wird das Restabfallaufkommen (inklusive Sperrmüll) in Deutschland von 16,1 Mio. Mg in 2006 bis zum Jahr 2020 auf 13,9 Mio. Mg fallen (Vgl. NABU 2009, S. 1). Ursachen für diesen Rückgang sind Bemühungen zur Steigerung der Ressourceneffizienz im Gewerbe, der zu erwartende Bevölkerungsrückgang um ca. 2% sowie die intensivierte Getrenntsammlung von Wertstoffen aus Haushalten und Gewerbe.

In der Summe – unter Berücksichtigung von MVA-, MBA-, EBS- und Mitverbrennungskapazitäten - ergibt sich für Deutschland bis 2020 eine Überkapazität von ca. 7%, selbst wenn bis dahin auslaufende Kapazitäten nicht mehr erneuert werden (verzichten die Kommunen nicht auf die Stilllegung ihrer Anlagen, liegt das Defizit sogar bei 15%) (Vgl. NABU 2009). Diese Entwicklung verdeutlicht die folgende Abbildung: Die rote Linie zeigt die kommunale Verbrennungskapazität bis 2020, die gelbe Linie bezieht sich auf die Verbrennungskapazität inklusive EBS. Es wird deutlich, dass bis 2020 das Gesamtabfallaufkommen an EBS/ SBS, Gewerbeabfällen und überlassungspflichtigen Abfällen nicht ausreichen wird, die vorhandenen Kapazitäten komplett auszulasten. Auch neuere Schätzungen bis zum Jahr 2025 zeigen noch eine Gesamtkapazität von 24,5 Mio. t (vgl. Alwast 2014, S. 21).

Abbildung 64: Entwicklung von Verbrennungskapazitäten und Abfallaufkommen zur Verbrennung/ energetischen Verwertung in Deutschland bis 2020 (Angaben in t)



Quelle: NABU 2009

Eine vom BMWi beauftragte Unternehmensbefragung ergab, dass bereits im Jahr 2007 die abfallwirtschaftlichen Anlagen im Bereich Siedlungsabfall in Deutschland insgesamt nur zu 66,3 % ausgelastet waren (GIB/ ARGUS 2009, S. 246). Damit ist zu erwarten, dass sich der zu beobachtende Preisverfall für die energetische Verwertung von Abfällen auch in Zukunft fortsetzen wird (vgl. EUWID RE 2011). Henkes weist darauf hin, dass das Deponierungsverbot und die TASI zu „Überkapazitäten bei den thermischen Abfallbehandlungsanlagen beigetragen haben, die mittlerweile so groß sind, dass den Recyclingunternehmen spätestens mit Ausbruch der Wirtschaftskrise der notwendige Abfall für eine stoffliche Verwertung“ fehlte (Henkes 2010, S. 24). Dies hat in einzelnen Regionen zu einer Insolvenzwelle in der mittelständischen Recyclingwirtschaft geführt, da bei geringeren Verbrennungspreisen auch hochwertigere Materialien energetisch anstatt stofflich verwertet wurden (vgl. EUWID RE 2010, S. 7).

Durch den sehr hohen Fixkosten-Anteil, subadditive Kostenstrukturen und damit fehlenden Wettbewerb⁴¹ können abgeschriebene Müllverbrennungsanlagen auch zu Dumpingpreisen betrieben werden – langfristig rentieren sich die getätigten Investitionen zwar nicht, der Verlust ist aber geringer, als wenn sie zu rentablen Preisen mit nur niedriger Auslastung gefahren werden würden (vgl. Henkes 2010, S. 25). So wurde der Annahmepreis in Deutschland teilweise von über 200 Euro im Jahr 2005 auf 30 Euro pro Tonne Abfall gesenkt (vgl. EUWID RE 2013).

Für den Bereich der Ersatzbrennstoffe sind ähnliche Preisentwicklungen beobachtbar, bei denen teilweise sogar schon berichtet wird, dass Anlagenbetreiber keine Zuzahlung für die Annahme von Müll verlangen, sondern im Gegenteil Geld bezahlen, um diesen in ihren Anlagen verbrennen zu können und die Strom- bzw. Wärmeproduktion aufrecht zu erhalten⁴². Demgegenüber sind sowohl die Anreizstrukturen für stoffliches Recycling als auch für Abfallvermeidung auf langfristig hohe Entsorgungskosten angewiesen. Nicht nur das Preisniveau, sondern auch die starken Preisschwankungen in der Müllverbrennung stellen damit ein massives Hemmnis für die hochwertige Verwertung von Abfällen dar⁴³.

9.2.1.2 Empirische Relevanz des Hemmnisses

Die folgende Tabelle zeigt auf Basis der in Kapitel 4.4 hergeleiteten Mengenströme den kunststoffs-orten-spezifischen Anteil von Kunststoffabfällen, die in Deutschland verbrannt werden. Die Werte liegen für die im Rahmen des Projekts betrachteten Kunststoffsorten zwischen 70,5 % für PS-E und 80,3 % für ABS. Demnach steht aktuell die überwiegende Mehrheit der Kunststoffabfälle nicht mehr für einen Einsatz als Sekundärrohstoff zur Verfügung.

Tabelle 23: Energetische Verwertung der im Jahr 2011 in Deutschland behandelten angefallenen Kunststoffproduktabfälle

Kunststoffsorte	energetische Verwertung	Summe Produktabfall Kt	Pro- Anteil energeti- sche Verwertung
PE-LD	561,1	783,3	71,6 %
PE-HD	269,5	376,7	71,5 %
PP	498,8	680,8	73,3 %
PS	175,5	234,2	74,9 %
PS-E	58,5	83	70,5 %
PVC	338,2	465,9	72,6 %
ABS, ASA, SAN	56,9	70,9	80,3 %

⁴¹ „Subadditive Kosten liegen vor, wenn die gesamte Nachfrage innerhalb des relevanten Marktes durch ein einziges Unternehmen zu geringeren Kosten gedeckt werden kann als durch mehrere Unternehmen. (...) Da bei fallenden Durchschnittskosten jeder einzelne Anbieter einen starken Anreiz hat, seine Ausbringungsmenge zulasten der Konkurrenten zu erhöhen, stellt sich ein Verdrängungswettbewerb ein, der langfristig zu einem natürlichen Monopol führt.“ SRU 2002, S. 451.

⁴² Bei diesen Zahlen ist allerdings zu berücksichtigen, dass EBS in sehr unterschiedlicher Qualität am Markt gehandelt werden: Für sehr gut vorsortierte und von Störstoffen befreite EBS können tatsächlich schon positive Preise erzielt werden.

⁴³ Um einheitliche Entsorgungsstandards und eine Steuerung der Abfallströme nach Gesichtspunkten eines nachhaltigen Ressourcenmanagements zu ermöglichen, muss verhindert werden, dass die Abfälle wie bisher vor allem durch Preisunterschiede zwischen den verschiedenen Abfallbehandlungswegen gelenkt werden, vgl. Rahmeyer 2004, S. 3.

Kunststoffsorte	energetische Verwertung	Summe duktabfall Kt	Pro- Anteil energeti- sche Verwertung
PA	43	57	75,4 %
Summe	2.001,5	2.751,8	72,7 %

Quelle: Eigene Darstellung, erstellt nach Consultic 2012. Herleitung der Mengen siehe auch Kapitel 4.4 für differenzierte Kunststoffsorten .

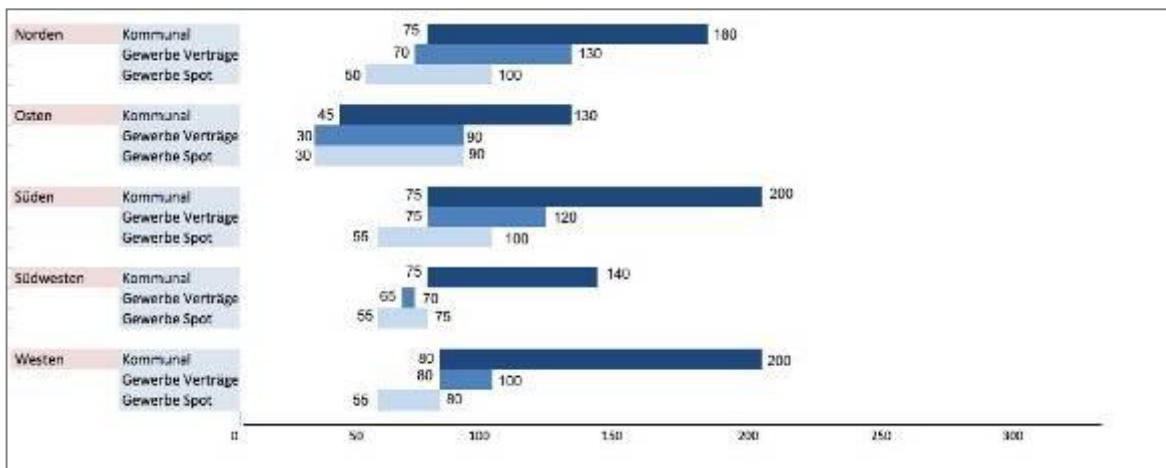
Ob Altkunststoffgemische stofflich oder energetisch verwertet werden, wird derzeit vor allem auf der Grundlage ökonomischer Überlegungen entschieden. Teilweise werden z.B. Gewerbeabfälle zu Spotpreisen von 30 Euro pro Tonne energetisch verwertet. Die Kosten im Zusammenhang mit der werkstofflichen Aufbereitung von Altkunststoffen und die daraus erzielbaren Erlöse stehen diesbezüglich in keinem Verhältnis – die hierbei anfallenden Kosten unterscheiden sich erheblich je nach Abfallstrom, Kunststoffsorte oder Anlagentechnik, von den Kunststoffrecyclern selbst werden ca. 90 Euro pro Tonne als grober Durchschnittswert genannt, bei dem sich das werkstoffliche Recycling gegenüber der Verbrennung ökonomisch rentabel darstellen lasse. Vor diesem Hintergrund konnten Dehne et al. 2014 für das Jahr 2011 ermitteln, dass rund 45 Massenprozent der insgesamt anfallenden gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle⁴⁴ energetisch behandelt wurden, ca. 45 Massenprozent stellten den Input von Sortieranlagen.

Angesichts der in gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen potenziell verfügbaren Kunststoffmenge würde eine vorhergehende Sortierung der insgesamt anfallenden Gewerbeabfallmenge das Sekundärkunststoffpotenzial deutlich steigern. Ausgehend von den insgesamt im Jahr 2011 angefallenen gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen schätzen Dehne et al. 2014 ein maximales Kunststoffpotenzial in Höhe von rund 0,8 Mio. t ab. Die aus gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen tatsächlich dem Recycling zugeführte Kunststoffmenge betrug im Jahr 2011 dagegen lediglich 70.000 t.

Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht das Preisniveau in der Müllverbrennung in Deutschland für das Jahr 2012 (das seitdem auf einem konstant niedrigen Niveau verharrt, vgl. Alwast 2014). Die Zahlen verdeutlichen zum einen, dass gewerblichen Siedlungsabfälle am Spotmarkt wie beschrieben zur Zeit schon für 30 Euro pro Tonne verbrannt werden können. Zum anderen zeigt sich, dass sich die Werte je nach Region deutlich unterscheiden. Die Relevanz des Hemmnisses sollte daher auch vor dem Hintergrund des jeweiligen regionalen Kontextes beschrieben werden.

⁴⁴ Unter dem Begriff gemischte Gewerbeabfälle sind getrennt vom Hausmüll angelieferte oder eingesammelte hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (Abfallschlüssel AS 20030102) sowie gewerbliche Verpackungsgemische (gemischte Verpackungen nicht differenzierbar - AS 15010600) zu verstehen.

Abbildung 65: Preise und Entgelte in MVA in Deutschland, Nov./ Dez 2012



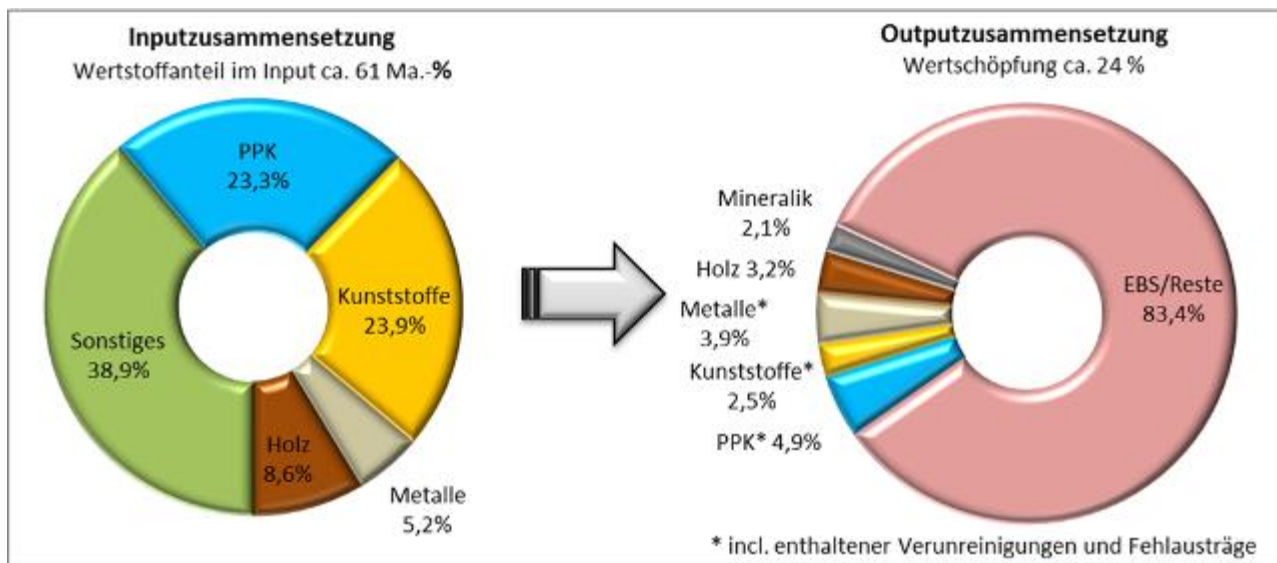
Quelle: Eigene Darstellung, erstellt nach EUWID 2013

Konkrete Folgen hat die Konkurrenz zur energetischen Verwertung auch für die beobachtbare Qualität der Sortierung von Kunststoffabfällen. Wie in den Kapiteln 4 und 5 dargestellt, hat es in der Vergangenheit deutliche Fortschritte insbesondere im Bereich der Sortiertechniken für Kunststoffabfälle gegeben, wodurch von einem technischen Standpunkt nahezu sortenreine Kunststofffraktionen als Ausgangsmaterial für die Gewinnung hochwertiger Sekundärkunststoffe gewonnen werden können. Nach Angaben von Christiani et al. (UBA 2011, S. 45) wurden – bezogen auf LVP – 70 % der Abfälle in Anlagen sortiert, die über eine Kunststoffsortensortierung verfügen. In der Praxis sind jedoch häufig eine unzureichende Ausnutzung der installierten Technik oder zu hohe Durchsätze über die eigentliche Anlagenkapazität hinaus zu beobachten. Dies führt zu unvollkommenen Trennprozessen bei der Sortierung und nachgeschalteten Aufbereitung und damit zu einer Reduzierung der Inputmengen für eine hochwertige stoffliche Verwertung.

Aus technischer Sicht führen vor allem zu hohe Durchsätze, ein zu breit gewähltes Kornspektrum und der Verzicht auf die Besetzung einer ggf. vorhandenen manuellen Nachsortierung zu einer geringeren Wertschöpfung. Selbst Sortieranlagen für LVP, die über automatische Trenntechniken, z.B. NIR-Trenner, verfügen, liefern angesichts dieser Betriebsweise keine besseren Ergebnisse als Sortieranlagen mit geringerer technischer Ausstattung. Dieses Sortierergebnis ist insbesondere ein Resultat des Konfliktes zwischen EBS-Erzeugung und Steigerung der Wertstoffausbeute (UBA 2011, S. 45f.). Ein erhöhter Austrag an Wertstoffen – hier insbesondere Kunststoffen – geht zugleich zu Lasten der Herstellung eines Ersatzbrennstoffes mit einem definierten Heizwert.

Untersuchungsergebnisse einer Sortierung gemischter gewerblicher Siedlungsabfälle zeigen, dass trotz des Vorhandenseins der NIR-Trenntechnik das im Gemisch enthaltene Wertstoffpotenzial von ca. 61 Massenprozent (bezogen auf die Summe der Anteile PPK, Kunststoff, Metall und Holz) nur zu 24 % (incl. enthaltener Verunreinigungen und Fehlausträge) ausgetragen wurde.

Abbildung 66: Input- und Outputzusammensetzung einer Gewerbeabfallsortierung



Quelle: Eigene Darstellung, erstellt nach Dehne et al. 2014

Auch ein Bilanzvergleich verschiedener Sortierkonzepte von LVP zur Fraktionierung von Kunststoffen zeigt, dass durch die ökonomischen Anreize im Bereich der energetischen Verwertung eine Fokussierung auf einzelne rentable Kunststoffsorten stattfindet, während ein großer Teil trotz technischer Möglichkeiten zur werkstofflichen Verwertung als EBS der energetischen Verwertung zugeführt wird. Die folgende Abbildung verdeutlicht, dass in der Sortierung mit Kunststoffsortentrennung (mittlere Spalte) 25 % kunststoffsortenrein fraktioniert werden und 55 % als Mischkunststoffe, die in Deutschland überwiegend energetisch verwertet werden. Alternative Sortiersysteme weisen zwar einen geringeren Anteil kunststoffsortenreiner Fraktionen auf, dafür wird aber eine Fraktion „gemischte Polyolefine (MPO)“ ausgeschleust, die mit definierten Produktspezifikationen (Reinheitsgrad mind. 85 Massenprozent max. 7 Massenprozent PPK etc.) vollständig einer stofflichen Verwertung zugeführt werden kann. Bestandteile dieser Fraktion sind vor allem Artikel aus PP und PE wie Flaschen, Becher, Schalen, Folien, Haushaltsartikel inkl. Nebenbestandteilen wie Verschlüsse, Etiketten, usw. (mtm-plastics/HTP 2012, S. 7.).

Abbildung 67: Bilanzvergleich verschiedener Sortierkonzepte von LVP zur Fraktionierung von Kunststoffen

	konventionelle Sortierung		Sortierung mit KA-Produkten		Total plastics Konzept ohne (mit)PS, PET			
	Massenanteile		Massenanteile		Massenanteile			
Ebene Sortierung:	Bezug auf LVP	Bezug auf Kunststoffe	Bezug auf LVP	Bezug auf Kunststoffe	Bezug auf LVP		Bezug auf Kunststoffe	
Folien	6%	12%	6%	12%	6%		12%	
Mischkunststoffe	34%	67%	28%	55%				
Kunststoffflaschen	2%	4%						
Kunststoffe in Sortierresten	9%	17%	4%	8%				
Kunststoffarten			13%	25%	(4%)		(8%)	
MPO					28%		55%	
KEG Kunststoffanteil					17%	(13%)	33%	(25%)
Summe:	51%	100%	51%	100%	51%		100%	
Kst-Verwertungsquoten	Gesamt	83%	Gesamt	92%	Gesamt		100%	
analog Schnittst. VerpackV	werkstofflich*	16%	werkstofflich*	37%	werkstofflich*		67%	(75%)
Ebene Verwertung (Regranulatausbeute bezogen auf 1t Kunststofffraktionen)**		112 kg/t		270 kg/t			425 kg/t (480 kg/t)	

* Vereinfachung: Mischkunststoffe 100 % nicht werkstofflich
 ** Regranulatausbeute: Folien, Flaschen, KA = 70 %
 Regranulatausbeute: MPO = 62 % (Praxiswerte bis 65 %)

Quelle:mtm-plastics/ HTP 2012

9.2.2 Kleinteilige Marktstrukturen in der Recyclingwirtschaft (u.a. Analytikskosten, Vertragsdauer)

Ein weiteres Hemmnis für den Einsatz von Sekundärkunststoffen ist auch in der Marktstruktur der Kunststoffverwerter zu sehen: „a European plastics recycling sector that is decentralised and highly segmented“ (BioIS 2013, S. 9). Ursprünglich war das Kunststoffrecycling eng mit der Primärproduktion verbunden und konzentrierte sich auf die Kreislaufführung von homogenen Produktionsabfällen. Die Entwicklung von Technologien, Kompetenzen und Kapazitäten für das stoffliche Recycling von gemischten Kunststoffabfällen hat erst in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Es handelt sich daher in Europa um eine sehr junge Branche mit ca. 1.000 Unternehmen und ca. 30.000 Mitarbeitern (vgl. EuPR 2010, S. 4).

9.2.2.1 Wirkungsweise des Hemmnisses

Mit durchschnittlich 30 Mitarbeitern pro Unternehmen ergibt sich damit im Vergleich zur Primärproduktion ein klarer Größenunterschied, der sich auf der Kostenseite in fehlenden Skaleneffekten widerspiegelt: „Vertical integration and economies of scale existing in virgin polymer production are not generally available to operators of the plastic recycling chain, which makes their margins narrower.“ (JRC 2013, S. 74).

Die Kleinteiligkeit wirkt sich nicht notwendigerweise negativ auf die Qualität der produzierten Sekundärkunststoffe aus, es fehlen jedoch häufig die personellen und finanziellen Ressourcen für eine auf die Bedürfnisse der Kunststoff verarbeitenden Industrie ausgerichtete Marktstrategie. Eine 2013 von Bio Intelligent Service veröffentlichte Studie zur Kreislaufführung von Kunststoffen differenziert zwischen dem klassischen Push Markt, bei dem Recycling vor allem durch Deponierungsverbote und Recyclingquoten getrieben wird, und einem Pull Markt – „driven by demand for recycled content in pro-

ducts“ (BioIS 2013, S. 12). Absprachen zwischen Verwertern und Produzenten sind in der Regel unwirksam, weil die Materialanforderungen in der Regel auf Primärkunststoffe ausgelegt sind und für recycelte Kunststoffe häufig erst festgelegt werden müssen. Viele Hersteller greifen daher zur Vermeidung von Risiken generell auf Primärware zurück, aber auch für die Verwerter stellt die Ausrichtung der Produktion auf spezifische Qualitätskennwerte ein finanzielles Risiko dar, wenn der Abnehmer ausfällt und mögliche Investitionen nicht refinanziert werden können. Auch im Bereich der Analytik und Qualitätskontrolle ist zu beobachten, dass die klein- und mittelständischen Betriebe im Verhältnis prozentual deutlich höhere Kosten aufweisen, wenn sie eine fortlaufend hohe Qualität nachweisen können müssen.

Gleichzeitig ist gerade der Markt für Verpackungsabfälle lange Zeit durch monopolartige Strukturen gekennzeichnet gewesen: Nachdem sich Selbstverpflichtungen von Industrie und Handel (zumindest im Verpackungsbereich) als wenig wirksam erwiesen hatten, sollte auf Grundlage der 1991 eingeführten Verpackungsverordnung ein bundesweit flächendeckendes „duales“ System zur Entsorgung von Verpackungsabfällen aufgebaut werden. Nach dem Willen von Industrie und Handel, der Entsorgungswirtschaft und der Politik wurde das duale System als Monopol ausgestaltet. Die Verwertung vergab die Duale System Deutschland (DSD) GmbH getrennt von Erfassung/Sortierung. Mit der Verwertung wurden sog. „Garantiegeber“ – zum Teil exklusiv – betraut, die ihrerseits zum Teil Kartelle von Nachfragern nach diesen Sekundärrohstoffen waren. Die Entsorgungskosten im Bereich der Verpackungsabfälle lagen in den Jahren bis zur Marktöffnung 2003 bei jährlich ca. 1,8 Mrd. Euro. Die Entsorger erzielten bis 2003 mit den DSD-Aufträgen sehr hohe Umsatzrenditen von typischerweise ca. 30 %. Dies ging aus Unterlagen hervor, die das Bundeskartellamt bei bundesweiten Durchsuchungen von insgesamt 120 Entsorgungsunternehmen beschlagnahmte. Die Wettbewerbsbedingungen wurden ab dem Jahr 2000 durch zahlreiche kartellbehördliche und auch gesetzgeberische Maßnahmen schrittweise verbessert. Dies hat zum Markteintritt von neuen Wettbewerbern zu DSD geführt, dessen Marktanteil bis zum Jahr 2011 auf 44 % gesunken ist. Die Wettbewerbsöffnung hat zu massiven Senkungen der Entsorgungskosten geführt. Die Kosten der haushaltsnahen Verpackungserfassung und -verwertung, die letztlich vom Verbraucher über die Produktpreise getragen werden, sind von ehemals rund 1,8 Mrd. Euro auf unter 1 Mrd. Euro gesunken (vgl. Bundeskartellamt 2012).

Tabelle 24: Kosten im Bereich Verpackungsabfälle vor und nach Marktliberalisierung

	2003 (in Mio. Euro)	2011 (in Mio. Euro)	Veränderung
Sammlung	ca. 918	517	ca. -44%
Sortierung + Verwertung	ca. 715	173	ca. -76%
Nebentgelte	ca. 144	133	ca. -8%
Summe Entsorgungskosten	1.777	824	-54%

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach Bundeskartellamt 2012

Aktuell ist zu beobachten, dass die verschiedenen dualen Systeme in die vertikale Integration ihrer Geschäftsmodelle investieren und kleinere Kunststoffverwertungsbetriebe aufkaufen: „A growing number of such SMEs are closing down, and are being bought by e.g. Green dot Systems, which then expand vertically their activity from the collection and sorting of packaging plastics, to the manufacture of the higher value-added regranulates, and the direct supply to converters.“ (JRC 2013, S. 71).

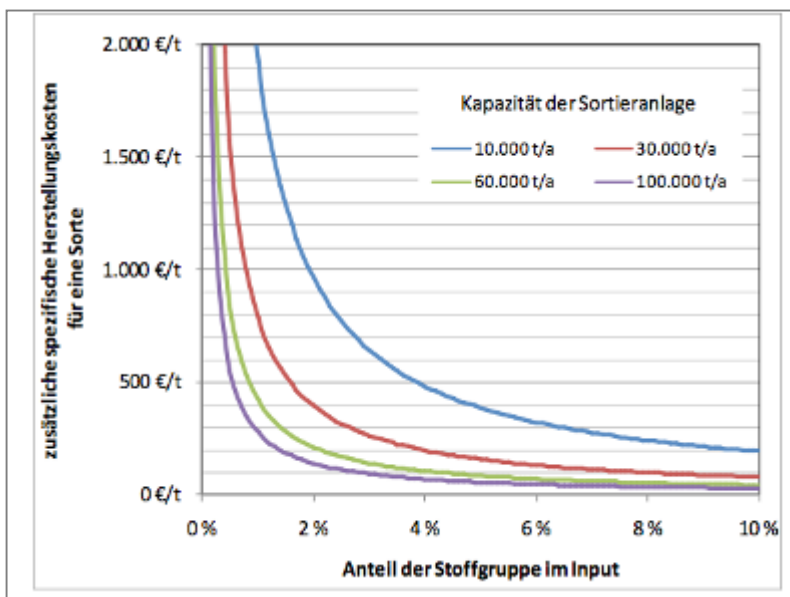
So hat insbesondere das Duale System Deutschland Köln mit Investitionen in die Aufbereitungsanlagen Hörstel und Genthin sowie durch Zukauf der Unternehmen Schwarzataler und Systec Plastics auch im Bereich der Aufbereitung und Verwertung eine starke Marktstellung erreicht (DSD 2012a).

9.2.2.2 Empirische Relevanz des Hemmnisses

Die empirische Relevanz des Hemmnisses ist schwer abschätzbar, da wie aufgezeigt eine Veränderung der Marktstruktur mit positiven, durchaus aber auch mit unkalkulierbaren negativen Effekten einer Markt-Oligopolisierung verbunden sein könnte. Die von BioIS vorgelegte Studie kommt u.a. unter der Annahme einer weitgehenden Marktkonsolidierung zu dem Ergebnis, dass Regranulate einen Kostenvorteil gegenüber Primärware von 25-50 % bzw. 400-700 Euro pro Tonne aufweisen könnten. In einem auf Kreislaufführung und Ressourceneinsparung ausgerichteten Szenario ergäbe sich so eine Gesamtersparnis für Europa in Höhe von 4,5 Mrd. Euro (vgl. BioIS 2013, S. 32). Unter diesen Rahmenbedingungen ergäben sich damit massive Anreize, sowohl die erfassten Kunststoffabfälle möglichst vollständig als Sekundärkunststoff einzusetzen, darüber hinaus aber auch die Erfassung deutlich zu optimieren. Unter den aktuellen Marktgegebenheiten haben die Experten-Interviews eine von verschiedenen Seiten genannten Schwelle von 50.000 t Verarbeitungskapazität pro Jahr ergeben, ab der sich eine separate, hochwertige Verwertungsschiene rechnen kann. Da viele der kleinen und mittelständischen Unternehmen nicht in der Lage sind, diese Mengen und die dafür notwendigen Investitionen zu stemmen, ergeben sich hieraus Hemmnisse für die Herstellung hochwertiger Sekundärkunststoffe.

Im Gegensatz zur nach wie vor kleinteiligen Kunststoffverwertung ist bei der Sortierung seit Mitte der 1990er Jahre ein deutlicher Konzentrationsprozess zu beobachten gewesen: Aktuell werden in nur sieben Großsortieranlagen in Deutschland ca. 30 % der gesamten LVP-Abfälle sortiert. Im Rahmen des UBA-Forschungsvorhabens „Bestimmung der Idealzusammensetzung der Wertstofftonne“ wurden die Kostenstrukturen für sortenreine Ausschleusung zusätzlicher Fraktionen aus der LVP-Fraktion untersucht. Berücksichtigt man die notwendigen Investitionskosten, so zeigt sich einerseits eine deutliche Abhängigkeit von der Anlagengröße: Wenn eine Fraktion in einer Anlage mit einer Jahreskapazität von 10.000 t pro Jahr Kosten in Höhe von 450 Euro verursacht, wäre sie in einer Anlage mit 100.000 t Jahreskapazität bereits für ca. 100 Euro zurückzugewinnen (s. folgende Abbildung). Gleichzeitig zeigt der Kurvenverlauf jedoch auch, dass ab einem Inputanteil von weniger als einem Prozent Kunststoffsorte im Gesamtstrom die Kosten für die Ausschleusung dieser Kunststoffsorte extrem ansteigen. Daraus ergibt sich insbesondere für technische Kunststoffsorten ein deutliches Hemmnis: Auch wenn diese Kunststoffe als Sekundärrohstoff deutlich höhere Erlöse erzielen als die Massenkunststoffe, ist die Preisdifferenz häufig nicht ausreichend, um die Kosten einer zusätzlichen Sortierung sowie die dafür ggf. notwendigen Investitionen zu amortisieren. Christiani et al. kommen zu dem Schluss, „dass bei Anteilen unterhalb von ca. 0,5 -1 % des Eingangsmaterials die separate Bereitstellung einer Sorte mit der etablierten Verfahrenstechnik selbst in modernen Großanlagen nicht mehr betriebswirtschaftlich darstellbar ist“ (UBA 2011, S. 48).

Abbildung 68: Abschätzung der spezifischen Herstellungskosten für eine zusätzliche Wertstoffsorte im Rahmen der LVP-Sortierung in Abhängigkeit des Anteils des Eingangsmaterials und der Baugröße der Sortieranlage



Quelle: Christiani et al. 2011, S. 47

Eine konkrete Folge der veränderten Marktstrukturen ergibt sich auch aus einer signifikanten Verkürzung der durchschnittlichen Vertragsdauern zwischen Verwertern und Anlieferern: „(...) some reprocessing SMEs report that their larger supplier (Green dot Systems) have in the last years reduced the standard contract duration of supply of plastic waste from 1 to 2 years to a few months. (JRC 2013, S. 72)“. Insbesondere während der Zeiten des DSD-Monopols im Verpackungsmarkt wurden sogar Verträge über Laufzeiten von bis zu zehn Jahren abgeschlossen. Damit war einerseits ein Preiswettbewerb in diesem Zeitraum weitgehend ausgeschlossen, andererseits hatten die Verwerter ausreichend Planungssicherheit, um auch in hochwertige Anlagentechnik oder Forschung/ Entwicklung zu investieren. Christiani et al. verweisen dabei vor allem auf die Auswirkungen auf das notwendige Preisniveau einzelner Kunststoffsorten, das für den rentablen Betrieb von Sortier- und Verwertungsanlagen erzielt werden muss: „(...) wettbewerbsrechtliche Rahmenbedingungen, die zu kurzen Vertragslaufzeiten (1 - 3 Jahre) und hochgradiger Mengenstückelung führten, sind weitere Ursachen dafür, dass die Anpassungsgeschwindigkeit der betrieblichen Praxis an den Stand der Technik zwischenzeitlich signifikant abgenommen hat.“ (Christiani et al. 2011, S. 45). Die Studie des JRC weist auch darauf hin, dass die Verwerter mit sinkender Vertragslaufzeit tendenziell höhere Preise für ihr Inputmaterial bezahlen müssen („to price variations, but seem on the increase after 2008, responding to the suppliers' pressure in order to benefit from raising oil prices.“ (JRC 2013, S. 72).

9.2.3 Preisvolatilität

9.2.3.1 Wirkungsweise des Hemmnisses

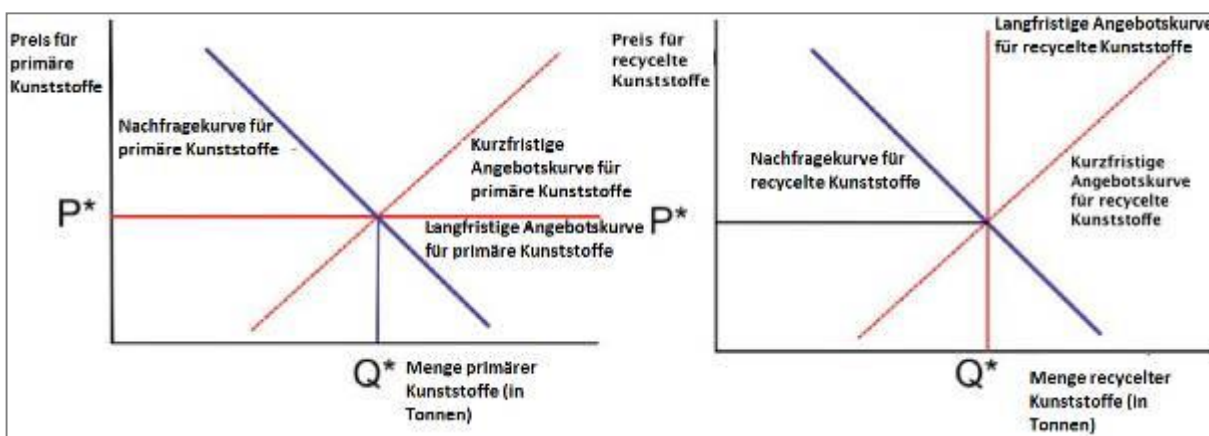
Preisvolatilität bezeichnet die Schwankungsanfälligkeit von Preisen im Zeitablauf und wird in der Literatur immer wieder als zentrales Hemmnis für den Einsatz von Sekundärkunststoffen und damit auch für die Rentabilität des Kunststoffrecyclings bezeichnet: „Price volatility is the reason most often cited as the cause of inefficiency in post-consumer recycled plastics markets.“ (OECD 2005, S.87). Als Konsequenz der hohen Preisvolatilität wird dabei vermutet, dass angesichts der damit ver-

bundenen Unsicherheiten über die zu erzielenden Gewinnmargen notwendige Investitionen in hochwertige Infrastrukturen zur Sammlung, Vorbehandlung und Verwertung von Kunststoffabfällen unterbleiben.

Entscheidend ist dabei insbesondere der Vergleich mit den Preisschwankungen bei primären Kunststoffen, die als perfektes Substitut zur Verfügung stehen. Und in der Tat sind signifikante Unterschiede in der Preisbildung zwischen primären und sekundären Kunststoffen zu beobachten. Die folgende Abbildung verdeutlicht diese Unterschiede im Preisbildungsprozess: Auf der linken Seite ist erkennbar, dass die langfristige Angebotskurve für primäre Kunststoffe preiselastisch verläuft, d.h. unabhängig von der nachgefragten Menge richtet sich der am Markt ausgehandelte Preis in erster Linie nach den Produktionskosten (die als fett markierte rote Linie). Kurzfristig sind die Hersteller natürlich in der Lage auf steigende Preise zu reagieren, ihre Produktionskapazitäten voll auszulasten und Lager abzubauen, trotzdem bestimmen langfristig die Kosten den Preis, da es sich bei Primärkunststoffen in der Regel auch um global gehandelte Güter mit einem dementsprechend harten Wettbewerb handelt.

Dagegen folgt der Preis für recycelte Kunststoffe in der Tendenz unabhängig von den Kosten dem Preis für Primärkunststoffe (rechte Seite der Abbildung). Da Sekundärkunststoffe überwiegend dann eingesetzt werden, wenn der Primärmarkt zu teuer wird oder Lieferknappheiten aufweist, ist die Nachfrage auf Recyclingmärkten damit insgesamt deutlich preisunelastischer als auf Primärmärkten. Auf den deutlich regionaleren Märkten für Abfälle werden damit Marktschwankungen überwiegend über den Preis geregelt, was damit für alle Marktteilnehmer höhere Risiken bedeutet als eine Regulierung über die Menge (WRAP 2008).

Abbildung 69: Stilisierte Preisbildungsprozesse auf Primär- und Sekundärmärkten für Kunststoffe

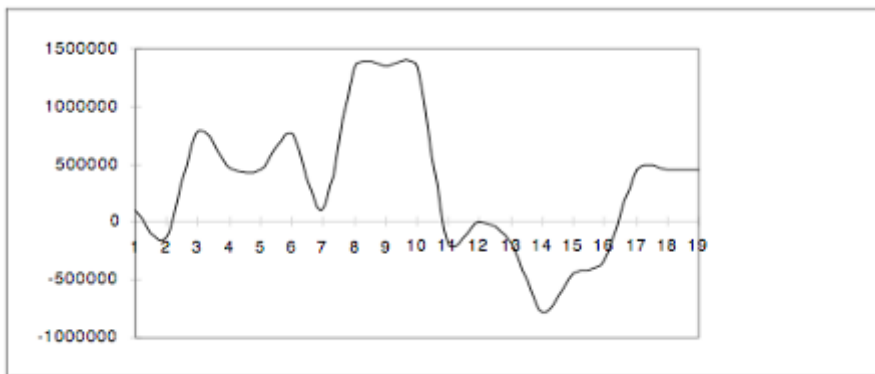


Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach WRAP 2008

9.2.3.2 Empirische Relevanz des Hemmnisses

Basierend auf Daten zum deutschen Sekundärkunststoffmarkt für HDPE und PET im Zeitraum 1996-1998 zeigt die folgende Abbildung aus einer Studie der OECD zur Preisvolatilität als Hemmnis für den Einsatz von Sekundärkunststoffen die Auswirkungen der Preisschwankungen auf die Profitabilität der Sortierung im Verhältnis zur Entsorgung als gemischter Abfall (OECD 2005, S. 91). Die Ergebnisse der Simulation zeigen, dass in diesem Betrachtungszeitraum von 19 Monaten in sechs Monaten eine Sortierung nicht rentabel gewesen ist – wobei die Investitionskosten bzw. Abschreibungen noch überhaupt nicht berücksichtigt sind.

Abbildung 70: Abschätzung der Rentabilität der Vorsortierung von Kunststoffabfällen in Deutschland (1996-1998)



x-Achse: Untersuchungsmonat 1-19,

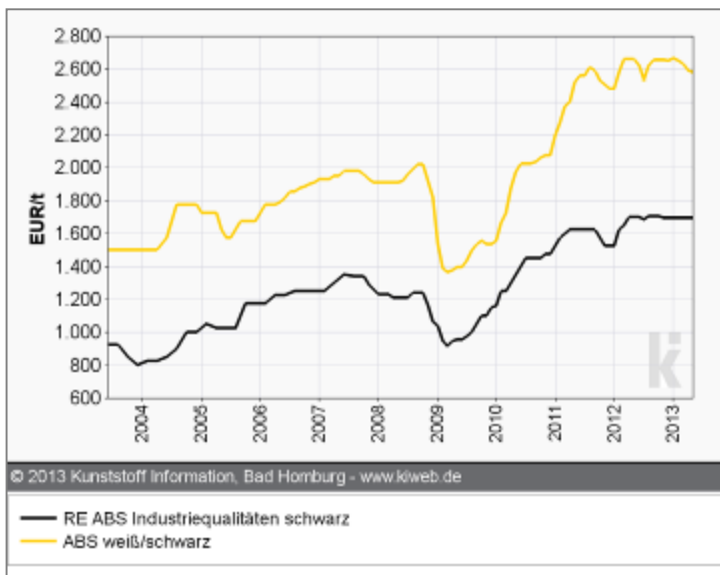
y-Achse: Differenz zwischen Inputpreisen für gemischte Kunststoffabfälle und Preisen für sortenreine Kunststoffabfälle

Quelle: OECD 2005

Auch die vom JRC im Jahr 2013 veröffentlichte Studie beschreibt die enormen Preisschwankungen für Sekundärkunststoffe in den vergangenen zehn Jahren mit Schwankungen für einzelne Kunststoffsorten um mehr als Faktor 10 (JRC 2013, S. 82). Die Studie schlussfolgert, dass „according to data from USA, UK and Germany, virgin plastics prices are much less volatile than recycled plastics prices“ (ebd., S. 89).

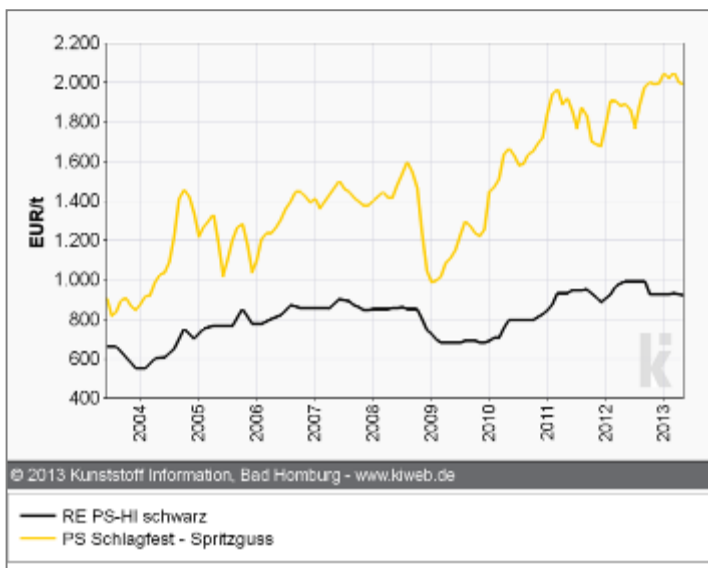
Die folgenden Abbildungen zeigen den Preisverlauf für verschiedene Kunststoffsorten im Zeitraum Juni 2004 bis April 2013 pro Tonne in Deutschland, jeweils für Primärware und Regranulate in Industriequalität. Alle Abbildungen verdeutlichen einen deutlichen Preisanstieg sowohl für Sekundär- als auch für Primärkunststoffe im Betrachtungszeitraum, gleichzeitig zeigt sich der zwischenzeitliche Preisverfall im Jahr 2009, ausgelöst durch Nachfrageausfälle während der Weltwirtschaftskrise. Insgesamt spiegelt sich die klare Kopplung der Sekundärkunststoffe an den Primärpreis wider, der wiederum stark von der Entwicklung des Ölpreises als wesentlicher Kostenfaktor in der Kunststoffproduktion abhängt: „The upwards trend in virgin prices partly reflects an upswing in the price of crude oil, which is the original feedstock for the raw materials that are used in the production of virgin plastic. Oil prices have more than quintupled since the start of 1999 (with some variation across currencies). Plastics prices have been influenced by that trend, but the growth in plastics prices over the same period has been much less pronounced, with plastics prices broadly doubling since the start of 1999.“ (WRAP 2008, S. 6).

Abbildung 71: Preisentwicklung ABS, 6/2004 - 4/2013, in EUR/t



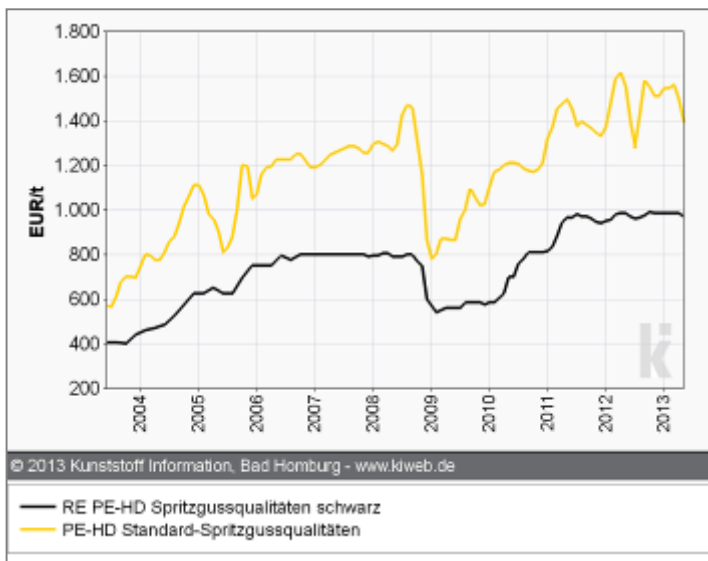
Quelle: KIWEB 2013

Abbildung 72: Preisentwicklung PS-HI, 6/2004 - 4/2013, in EUR/t



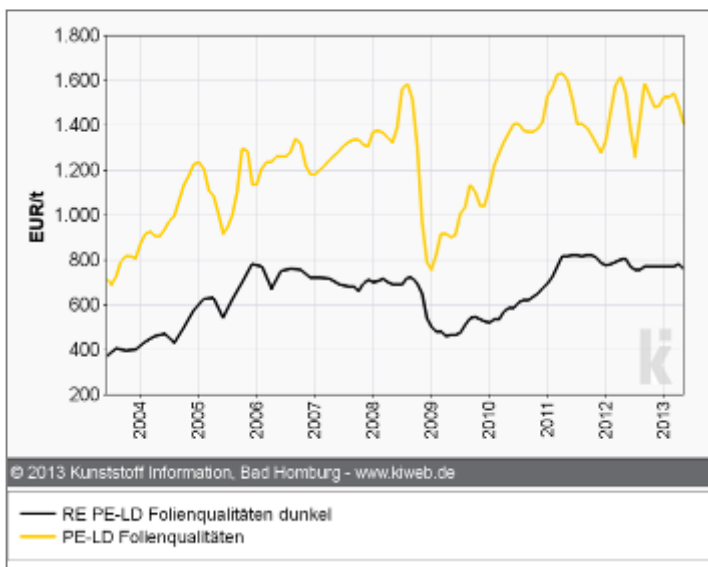
Quelle: KIWEB 2013

Abbildung 73: Preisentwicklung PE-HD, 6/2004 - 4/2013, in EUR/t



Quelle: KIWEB 2013

Abbildung 74: Preisentwicklung PE-LD, 6/2004 - 4/2013, in EUR/t



Quelle: KIWEB 2013

Die folgenden drei Tabellen zeigen die Ergebnisse dieser Berechnungen⁴⁵, dargestellt werden jeweils der Durchschnittspreis für den Zeitraum 2008-2012, die Standardabweichung sowie die normierte Standardabweichungen als Verhältnis von Standardabweichung und Durchschnittspreis.

⁴⁵ Für die Jahre 2008-2012 wurde jeweils der Durchschnittspreis eines Rezyklats ermittelt. Aus den aufgelisteten Durchschnittspreisen wurde die Summe und anhand Division durch 12 ein Mittelwert gebildet. Anschließend wurde die Abweichung jedes einzelnen Preises von diesem Mittelwert berechnet. Durch Quadrierung dieser und Radizierung der Summe der quadratischen Abweichungen mit 2 ergibt sich die Standardabweichung der jeweiligen Monatspreise vom durchschnittlichen Jahrespreis.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Preisvolatilitäten deutlich zwischen den verschiedenen Kunststoffsorten unterscheiden, so dass eine pauschale Qualifizierung als Hemmnis für den Einsatz als Sekundärrohstoff nicht angemessen erscheint. Die Analyse der unterschiedlichen Preisvolatilitäten lässt vermuten, dass diese zum einen auf die unterschiedliche Reife der Märkte für einzelne Sekundärkunststoffsorten zurückführen sind, insbesondere die vergleichsweise niedrigen Werte für Preis-schwankungen bei PET zeigen, dass hier bei einer stabilen Menge in guter Qualität ein funktionierender Markt eingespielt hat, während bei anderen Kunststoffsorten offensichtlich noch stärkere Preisfindungsprozesse zu Schwankungen führen. Zum anderen spielt dabei offensichtlich auch der Anteil der Rohstoffkosten eine Rolle: Bei den pro Tonne teureren technischen Kunststoffsorten sind niedrigere Volatilitäten zu beobachten, da hier der schwankende Ölpreis sich nicht so deutlich in den Endpreisen niederschlägt.

Tabelle 25: Preisvolatilität für PC natur in Euro/Tonne

	Standardabweichung PC natur	Durchschnittspreis	Verhältnis Standardabweichung/ Durchschnittspreis
2008	32,3	2167,92	0,015
2009	38,75	1920,42	0,020
2010	266,44	2301,25	0,116
2011	52,5	2560,42	0,021
2012	29,85	2500,83	0,012

Quelle: eigene Berechnungen, erstellt nach KIWEB 2013

Tabelle 26: Preisvolatilität für PP-H schwarz

	SA PP-H schwarz	DS Preis	SA/ Durchschnittspreis
2008	82,52	876,25	0,094
2009	32,18	652,08	0,049
2010	78,43	827,92	0,095
2011	55,64	1090	0,051
2012	42,68	1003,75	0,043

Quelle: eigene Berechnungen, erstellt nach KIWEB 2013

Tabelle 27: Preisvolatilität für PE-LD Folien natur

	SA PE-LD Folien natur	DS Preis	SA/ Durchschnittspreis
2008	45,82	840,83	0,055
2009	14,72	595	0,025
2010	78,69	741,25	0,106
2011	46,97	942,03	0,049
2012	28,59	913,75	0,031

Quelle: eigene Berechnungen, erstellt nach KIWEB 2013

Insgesamt zeigen jedoch alle Preisvolatilitäten über die betrachteten Zeiträume einen sinkenden Verlauf, was auch nach früheren Einschätzungen der OECD (2005) insbesondere auf eine steigende Professionalisierung dieser Märkte zurückgeführt werden kann. Tatsächlich ergeben sich hier möglicherweise sogar zukünftige Vorteile für Sekundärkunststoffe, da diese nicht so stark von den global zu beobachtenden Preisvolatilitätssteigerungen bei Primärrohstoffen betroffen sein werden (McKinsey 2013).

Als Fazit zur Relevanz von Preisvolatilitäten für den Einsatz von Sekundärkunststoffen ist festzustellen, dass diese in der Vergangenheit und für einzelne Kunststoffsorten durchaus eine signifikante Rolle gespielt haben, mit der zunehmenden Professionalisierung der Märkte heute jedoch nicht mehr als zentrales Hemmnis betrachtet werden können.

9.2.4 Export von Kunststoffabfällen

9.2.4.1 Wirkungsweise des Hemmnisses

Ein häufig genanntes Hemmnis ist der Abfluss von Kunststoffabfällen in den Export, wodurch den deutschen und europäischen Recyclern notwendiger Input zur Auslastung ihrer Anlagen verloren geht. Die Ursache hierfür sind deutliche Preisunterschiede in den Behandlungskosten, so dass die höheren Transportkosten in der Regel deutlich überkompensiert werden. Die niedrigeren Kosten in den Zielländern der Exporte können vor allem auf niedrige Arbeitskosten sowie niedrige Umweltstandards zurückgeführt werden (vgl. EuPR 2010), in der Folge werden damit in Europa die Anreize gesenkt, in weitere oder hochwertigere Anlagenkapazitäten zu investieren. Die Kunststoffrecycling-Industrie beklagt in diesem Zusammenhang, dass europäische Steuergelder zur Finanzierung der getrennten Erfassung damit nicht europäischen, sondern vor allem in Asien beheimateten Unternehmen zu Gute kommen (vgl. EuPR 2010).

Auch das Grünbuch Kunststoffabfälle der Europäischen Kommission verweist auf „exponentiell ansteigende Ausfuhren von Kunststoffabfällen nach Asien“ (Europäische Kommission 2013, S. 15), die neben der starken Nachfrage der dort boomenden Wirtschaft auch auf die kostenintensiven Recyclingvorgaben des europäischen Abfallrechts zurückzuführen sein könnten. Aus der Perspektive des Einsatzes von Sekundärrohstoffen ist der Export grundsätzlich nicht zu beanstanden, solange die Kunststoffabfälle in Drittländer verbracht werden, in denen vergleichbare Standards gelten wie für Anlagen in der EU (vgl. ebd., S. 15). Nur wenn diese Standards nachweisbar nicht eingehalten werden oder Abfälle z.B. ohne weitere Behandlung deponiert werden, ist hier ein echtes Hemmnis für die Kreislaufführung von Kunststoffen zu erkennen.

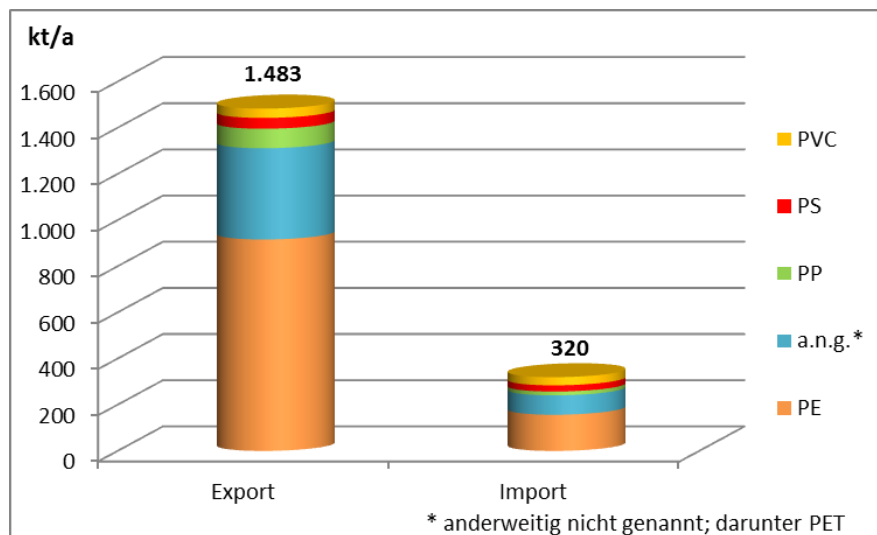
9.2.4.2 Empirische Relevanz des Hemmnisses

Im Jahr 2011 fielen in Deutschland rund 4,44 Mio. t separat und in Gemischen erfasste Kunststoffproduktabfälle an. Zusammen mit den Abfällen aus der Produktion und Verarbeitung von Kunststoffen summiert sich die diese Menge auf annähernd 5,45 Mio. (Consultic 2012).

Deutschland exportierte im gleichen Jahr etwa 1,5 Mio. t Kunststoffabfälle, das entspricht ca. 27 Masseprozent der für Deutschland von Consultic 2012 ermittelten Gesamtaltkunststoffmenge. Unter Berücksichtigung der rund 320.000 t importierten Kunststoffabfälle ergibt sich daraus ein Exportüberschuss in Höhe von rund 1,2 Mio. t. Mit Blick auf die untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten verringert die Import/Export-Situation die für das Recycling potenziell verfügbare Altkunststoffmenge von 3,49 Mio. t auf rd. 2,75 Mio. t

Differenziert nach Kunststoffsorten zeigt Destatis 2012, dass maßgeblich PE-Abfälle gehandelt werden, ca. 62 Masseprozent (0,9 Mio. t) der ausgeführten Altkunststoffe entfallen auf „Abfälle, Bruch und Schnitzel“⁴⁶ dieser Kunststoffsorte.

Abbildung 75: Import und Export von Kunststoffabfällen, Deutschland 2011



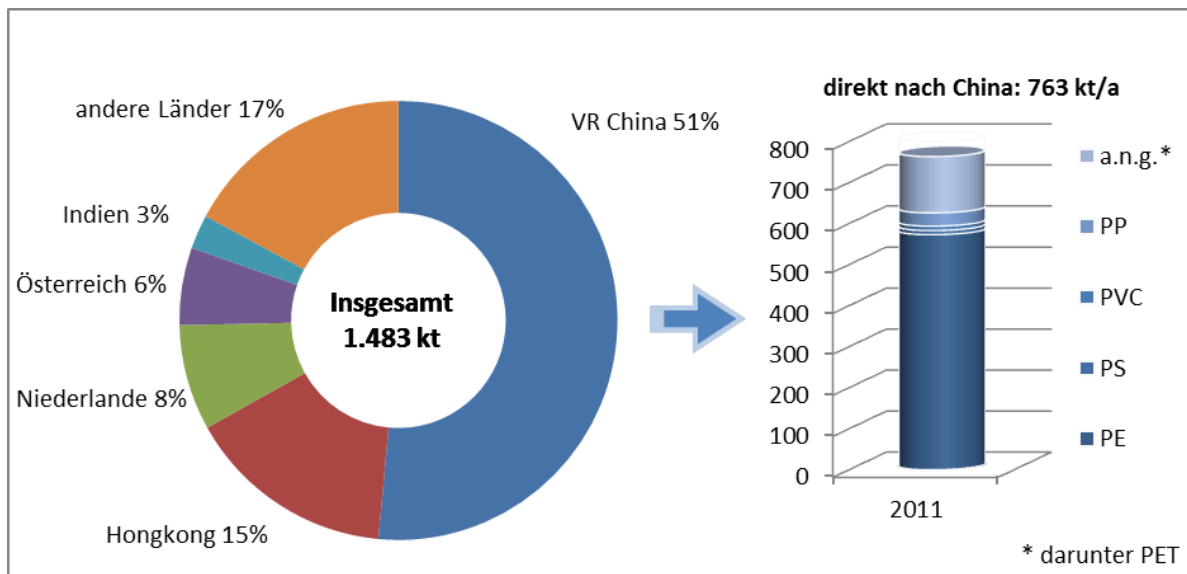
Quelle: Destatis 2012b

Der für Deutschland bedeutendste Abnehmer für Altkunststoffe ist China. Zusammen mit der chinesischen Sonderverwaltungszone Hongkong umfasste die Exportmenge im Jahr 2011 rund 1 Mio. t Altkunststoffe, davon gingen rund 763.000 t direkt nach China.

Bedeutende europäische Abnehmer sind die Niederlande (8 Massenprozent der Exportmenge) und Österreich (6 Massenprozent der Exportmenge). Insgesamt importierten die Länder der Europäischen Union etwa ein Viertel (rd. 370.000 t) der deutschen Altkunststoffexportmenge.

⁴⁶ Bezeichnung gemäß Warenverzeichnis für die Außenhandelsstatistik

Abbildung 76: Exportmengen deutscher Kunststoffabfälle 2011



Quelle: Destatis 2012b

In China hat sich die Nachfrage nach Kunststoffabfällen innerhalb eines Jahrzehnts mehr als verdoppelt und lag 2010 mehr als doppelt so hoch wie in der Europäischen Union – etwa 45% davon werden durch Abfallimporte aus der EU abgedeckt (JRC 2013, S. 91). Mit steigenden Mengen inländischer Kunststoffabfälle und dem zunehmenden Aufbau von Sammelsystemen ist jedoch zu erwarten, dass sich diese Situation in Zukunft deutlich entspannen wird. Die Studie des JRC geht davon aus, dass sich in absehbarer Zukunft eine ähnliche Situation wie in Europa ergeben wird, bei der die Nachfrage nach Kunststoffabfällen weitgehend aus inländischen Quellen abgedeckt wird – wobei andere Studien kurzfristig auch eine weitere Steigerung der chinesischen Nachfrage vorhersagen (ebd., S. 93).

In China selbst ist eine deutlich verstärkte Kontrolle von Umweltauflagen für Kunststoffrecycler zu beobachten, so sind z.B. in der Provinz Guangdong sämtliche Anlagen wegen umweltrechtlicher Verstöße geschlossen worden. Auch mit Blick auf die Maßnahmen Chinas zur Errichtung eines „Green Fence“ (vgl. hierzu auch die Ausführungen zu rechtlichen Hemmnissen) ist daher zumindest mittelfristig von einem deutlichen Rückgang der Kunststoffabfallexporte auszugehen. Insgesamt ist der Abfluss von Kunststoffabfällen in den Export aus Sicht der Gutachter nicht als Hemmnis anzusehen, das Eingriffe in den Welthandel rechtfertigen würde. Eine Mengenrelevanz weist es, wenn überhaupt, auch nur für PE Kunststoffe auf.

9.3 Informatorische Hemmnisse

Verschiedene Untersuchungen weisen darauf hin, dass vor allem die Qualität von Sekundärrohstoffen als ein wesentliches Hemmnis für ihren Einsatz angesehen wird. Als Problem erweist sich dabei weniger die potentiell erreichbare Qualität (vgl. Kapitel 4 und 5), sondern die asymmetrische Verteilung von Informationen zwischen Hersteller und Abnehmer: Im Unterschied zu Primärrohstoffen ist die Qualität von recycelten Kunststoffen häufig größeren Schwankungen unterworfen bzw. es fehlen entsprechende Standards, die dem Abnehmer die von ihm geforderten Qualitäten garantieren.

Eine zentrale in diesem Arbeitspaket zu untersuchende Hypothese lautet, dass die energetische Verwertung von Kunststoffen auch deshalb eine so hohe Bedeutung hat, weil das Verfahren nur sehr niedrige Anforderungen an Informationen über die stoffliche Qualität erfordert. Die Relevanz solcher informatorischen Hemmnisse für die stoffliche Verwertung unterscheidet sich dabei offensichtlich

deutlich zwischen den verschiedenen Kunststoffsorten und Anwendungsfeldern. Im Folgenden werden unterschiedliche Aspekte solcher informatorischen Hemmnisse in ihren Wirkungsweisen und ihrer Relevanz untersucht.

9.3.1 Zuschlagstoffe und Komplexität von Stoffverbünden bei Kunststoffprodukten

Ein entscheidendes Hemmnis für das mechanische Recycling von thermoplastischen Kunststoffabfällen ist die Tatsache, dass diese aus ganz unterschiedlichen Polymeren mit sehr unterschiedlichen physikalischen und mechanischen Eigenschaften bestehen. Diese verhindern, dass Abfälle aus verschiedenen Polymeren gemeinsam hochwertig recycelt werden können. Abfälle müssen dafür entweder in homogenen Fraktionen oder in klar definierten Mixturen dem Recycling zugeführt werden.

9.3.1.1 Recyclingunfreundliches Produktdesign

Ein dabei immer wieder genanntes Hemmnis ist die Nichtberücksichtigung der Nachnutzungsphase im Produktdesign. Insbesondere der zunehmende Einsatz sehr dünnwandiger Verpackungen mindert zwar den Materialverbrauch und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Abfallvermeidung, stellt aber gleichzeitig eine Herausforderung für die Verwertung der Kunststoffe dar. Verpackungen werden aus einer Reihe von verschiedenen Kunststoffsorten hergestellt, um der Vielzahl von Anforderungen gerecht zu werden: „Ein Vakuumbbeutel für Wurstverpackungen aus einem Polyethylen-Polyamid-Verbund ist lediglich 0,1 mm dick. Die Verbundfolie vereinigt die Vorzüge von Polyamid - Sauerstoffbarriere, Thermoformbarkeit, Wärmeformbeständigkeit und mechanische Festigkeit - mit denen des Polyethylens - Feuchtigkeitsbarriere und gute Verschweißbarkeit. Um den gleichen Schutz des Füllgutes hinsichtlich Feuchtigkeits- und Sauerstoffabwehr zu erreichen, müsste eine reine Polyamidfolie 0,54 mm, also mehr als fünf mal so dick sein; eine reine Polyethylenfolie einen ganzen Zentimeter!“ (Lechner et al. 2010). Innovationen im Kunststoffverpackungsbereich wie etwa dünnwandigere Verpackungen bei gleicher Funktionalität gehen daher häufig mit einer Veränderung der Kombination von Kunststoffen einher. Eine Reduzierung der Kunststoffvielfalt, die zur Gewinnung sortenreiner Kunststoffe für ein hochwertiges Recycling erforderlich ist, wird dadurch weiter erschwert. Denn ein Anstieg der Kunststoffvielfalt bei gleichzeitiger Mengenreduzierung pro Verpackungseinheit behindert die Generierung ausreichend großer sortenreiner Kunststoffmengen und damit die Überwindung der kritischen Masse, die für einen ökonomischen Betrieb der Verwertungsinfrastrukturen erforderlich ist (Tolinski 2012).

Die folgende Abbildung verdeutlicht die Herausforderungen, die sich zudem aus der zunehmenden Anzahl verwendeter Kunststoffsorten pro Produkt ergeben. In rot markiert sind die Stoffkombinationen, die in einem Kunststoffgemisch eine wirtschaftliche stoffliche Verwertung (ohne vorhergehende sortenreine Sortierung) aus technischen Gründen verhindern.

Abbildung 77: Verträglichkeit verschiedener Kunststoffsorten

		Zumischwerkstoff							
	Kunststoffe	PE	PVC	PS	PC	PP	PA	SAN	ABS
Matrixwerkstoff	PE	verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich
	PVC	nicht verträglich	verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	beschränkt verträglich	beschränkt verträglich
	PS	nicht verträglich	nicht verträglich	verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich
	PC	nicht verträglich	in kleinen Mengen verträglich	nicht verträglich	verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	verträglich	verträglich
	PP	in kleinen Mengen verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich
	PA	nicht verträglich	nicht verträglich	in kleinen Mengen verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich
	SAN	nicht verträglich	verträglich	nicht verträglich	verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	verträglich	verträglich
	ABS	nicht verträglich	beschränkt verträglich	nicht verträglich	verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	nicht verträglich	verträglich

verträglich
 beschränkt verträglich
 in kleinen Mengen verträglich
 nicht verträglich

Quelle: Kurz et al. 2009

9.3.1.2 Zunehmende Verwendung komplexer Zuschlagstoffe

Ein weiteres Hemmnis für den Einsatz von Sekundärkunststoffen ist die zunehmende Anzahl von Zuschlagstoffen, die die Sortierung von Kunststoffabfällen in homogene Fraktionen erheblich erschweren. Gleichzeitig führt der Einsatz von Zuschlagstoffen zu erheblichen Unsicherheiten, weil die Recycler nur über unzureichende Informationen verfügen, welche Stoffe und in welchen Mengen sich in den ihnen überlassenen Kunststoffabfällen befinden. Ursprünglich wurden Zuschlagstoffe verwendet, damit der Kunststoff im Produktionsprozess widerstandsfähiger gegen die Belastungen in der Bearbeitung und Formung wurde („This required antioxidants, heat stabilizers, processing aids, plasticizers and lubricants“, vgl. Pfändner 2006). Eine zweite Gruppe von Zuschlagstoffen wird vor allem eingesetzt, um die Lebensdauer von Produkten und Komponenten aus Kunststoff zu erhöhen („light and UV stabilizers, biocides, or flame retardants“). Die folgende Übersicht zeigt die wichtigsten Gruppen von Zuschlagstoffen und ihren Anteil am Gesamtkunststoffgewicht.

Tabelle 28: Beispielhafte Zuschlagstoffe und ihr Anteil am Gesamtkunststoffgewicht, 2011

Zusatzstoff	%- Gewichtsanteil des vorhandenen Polymers
Stabilisatoren	Bis zu 4 %
Weichmacher	In flexiblem PVC 20-60 %
Mineralische Flammschutzmittel	In PVC Kabeln, Isolier- und Mantelwerkstoffen 5-30 %
Füllstoffe	Typischerweise ist Kalziumkarbonat in hohen Einschlußgraden vorhanden in PVC Fußböden (50 %) und in Leitungen von 0-30 %.

Zusatzstoff	%- Gewichtsanteil des vorhandenen Polymers
	Talkum und Glasfasern werden in PP typischerweise in einem Einschlussbereich von 20-40 % für automobilen Anwendungen verwendet. Glasfasern werden ebenfalls in technischen Kunststoffen (wie PA oder PBT) zur Verstärkung im Bereich von 5-70 % verwendet.
Pigmente	Titaniumdioxid z.B. ist in Fensterprofilen von 4-8 % vorhanden.

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach JRC-IPTS 2012

Einige Zuschlagstoffe sind im Recyclingprozess durchaus erwünscht, da sie auch im recycelten Produkt benötigt werden (z.B. Stabilisatoren, Härtemittel, Weichmacher, Strukturfüllstoffe). Andere haben möglicherweise keine Funktion mehr im recycelten Produkt (UV-Absorber, Flammenschutzmittel) oder benötigen Korrekturmaßnahmen, um z.B. Geruch oder Farbabweichungen auszugleichen.

Besonders zu berücksichtigen sind Effekte, die durch die Vermischung einzelner Zuschlagstoffe entstehen können. Die meisten in Kunststoffabfällen verwendeten Zusatzstoffe, außer z.B. Schmierstoffen oder Katalysatoren, werden im Wesentlichen während des Schmelzprozesses des mechanischen Recyclings (anders als beim Recycling von Glas oder Metall) nicht verbraucht, geändert oder abgebaut. Sie sind gegen die beim Recycling verwendeten Schmelztemperaturen resistent und halten daher unverändert den Prozessen stand. Andere Zusatzstoffe setzen freie Radikale und ungesättigte Gruppen frei, die allein oder in Kombination mit anderen Störstoffen (z.B. Metallen, Füllstoffen, Farbstoffen) signifikante Änderungen der Qualität des Kunststoffs bewirken können, wobei sie, verglichen mit neuen Kunststoffen, insbesondere seine Stabilität gegenüber Temperatur und Oxidation verändern können (Pfändner 2006). Einige dieser Substanzen wurden bereits freiwillig von der Industrie ersetzt und sind jetzt zwar noch in Produkten und damit in den daraus resultierenden Abfällen vorhanden, werden aber nicht mehr neu in die Kunststoff-Kreisläufe eingeführt.

9.3.2 Unsicherheiten über die Zusammensetzung von Kunststoffabfällen

Ein wesentliches Hemmnis für die Entwicklung funktionierender Recyclingmärkte sind Unsicherheiten über die stoffliche Zusammensetzung der Abfälle als Ausgangsstoff für die Gewinnung von Sekundärrohstoffen. Dies gilt vor allem für den Vergleich zu Primärrohstoffen, bei denen Informationen über Herkunft, Eigenschaften und Qualität der Eingangsstoffe zu weit geringeren Transaktionskosten verfügbar sind.

9.3.2.1 Wirkungsweise des Hemmnis

Die kunststoffverarbeitende Industrie als potentieller Käufer von Sekundärkunststoffen ist mit dem grundlegenden Problem konfrontiert, in der Regel nicht über vollständige Informationen zur Qualität der angebotenen Kunststoffe zu verfügen. Das betrifft insbesondere langlebige Produkte, bei denen sich eventuelle Qualitätsunterschiede erst mit deutlichen Zeitverzögerungen ergeben könnten. Diese asymmetrische Informationsverteilung zwischen Herstellern und Recyclern kann sich auch auf das Design von Produkten niederschlagen: „Additionally, in the absence of market signals which reflect the benefits of recyclability, product design will be inefficient. Such problems may be particularly important in the plastic packaging area. The information chain and consumer perception play an important part in the achievement of a mature market for recycled plastics“ (vgl. JRC IPTS 2012, S. 72).

Um diesem Hemmnis zu begegnen, versuchen die Anbieter von Sekundärkunststoffen auf vielfältige Weise, die Qualität der von ihnen angebotenen Produkte nachzuweisen. Im Bereich der Kunststoffabfälle können dabei zwei Hauptgruppen technischer Vorgaben und Normen unterschieden werden (JRC 2012):

- ▶ Vorgaben und Normen für Kunststoffabfälle; d.h. Inputmaterialien zur Wiederaufbereitung und für einige Arten der Verarbeitung
- ▶ Vorgaben und Normen für Zwischenprodukte aus Kunststoffabfällen (z.B. Regranulate). Dies sind Outputmaterialien aus der Wiederaufbereitung, welche der verarbeitenden Industrie als Input dienen.

Schnittstelle Sammlung/ Sortierung

In Bezug auf Kunststoffabfälle existieren verschiedene Systeme zur Beschreibung, die die Schnittstelle zwischen Sammlung und Wiederaufbereitung von Kunststoffabfällen adressieren - jeweils mit unterschiedlicher Funktion und Ausrichtung: Polymertyp, Herkunft, physikalische Eigenschaften (vgl. JRC IPTS 2012, S. 18):

- ▶ Form (in der Regel abhängig vom Bearbeitungsgrad), z.B. Ballen, Flakes, Agglomerate oder Pellets
- ▶ Polymertyp: Die Klassifikation erfolgt in der Regel nach dem internationalen Codesystem der internationalen „Society of the Plastics Industry“ (SPI). Die Symbole wurden entwickelt, um eine möglichst effiziente Sortierung zu ermöglichen.
- ▶ Herkunft: Hier wird zwischen betriebsinternen Abfällen mit sehr hoher Homogenität, externen Produktionsabfällen mit schon höheren Unsicherheiten über Zusammensetzung und Qualität und externen Produkt-Abfällen unterschieden, die sich häufig durch deutlich höhere Anteile an Störstoffen auszeichnen. Teilweise wird auch zwischen Abfallströmen unterschieden (Elektroaltgeräte, Altfahrzeuge, Bau- und Abbruchabfälle etc.).

Schnittstelle Verwertung/ Sekundärrohstoffeinsatz

Die zweite Normen-Kategorie adressiert hauptsächlich recycelte Kunststoffe und deren Nutzung. Dazu sind u.a. für verschiedene Polymertypen Standards entwickelt worden, die die wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften recycelter Kunststoffe beschreiben (Standards EN 15342(PS)/-44(PE)/-45(PP)/-46(PVC)/ -48(PET)). Die EN 15347 (Plastics - Recycled Plastics - Characterisation of plastics wastes) liefert eine „Kennzeichnung von Kunststoffabfällen, welche Eigenschaften aufweisen, über welche der Lieferant des Abfalls dem Abnehmer Informationen verfügbar machen sollte“. Tabelle 3-2 zeigt eine Liste relevanter EN Normen und Vorgaben für Kunststoffabfälle⁴⁷.

⁴⁷ EN Normen werden durch die CEN vorgegeben, die europäische Normierungsorganisation. Die CEN kooperiert mit der ISO, dem internationalen Gegenstück bzgl. der Normen, wodurch der gleiche Text für gegenseitige ISO und EN Normen verwendet wird. Die CEN hat 33 nationale Mitglieder. In den Mitgliedsstaaten wird eine EN Norm über nationale Normierungsgremien ausgestellt. EN Normen ersetzen nationale Normen für das betreffende Produkt. Dabei ist jedoch zu beachten, dass damit nicht verpflichtend festgelegt wird, dass ein Produkt oder Material einer relevanten Norm entspricht (CEN 2012). Die Erfüllung der Anforderungen einer gegebenen EN Norm liegt im alleinigen Ermessen des Herstellers.

Tabelle 29: Gängige, auf Rezyklate angewandte Normen in der EU

EN Normen	
EN 15342	Kunststoffe - Kunststoff-Rezyklate - Charakterisierung von Polystrol (PS)-Rezyklaten
EN 15343	Kunststoffe - Kunststoff-Rezyklate - Rückverfolgbarkeit bei der Kunststoffverwertung und Bewertung der Konformität und des Rezyklatgehalts
EN 15344	Kunststoffe - Kunststoff-Rezyklate - Charakterisierung von Polyethylen (PE)-Rezyklaten
EN 15345	Kunststoffe - Kunststoff-Rezyklate - Charakterisierung von Polypropylen (PP)-Rezyklaten
EN 15346	Kunststoffe - Kunststoff-Rezyklate - Charakterisierung von Polyvinylchlorid (PVC)-Rezyklaten
EN 15347	Kunststoffe - Kunststoff-Rezyklate - Charakterisierung von Kunststoffabfällen
EN 15348	Kunststoffe - Kunststoff-Rezyklate - Charakterisierung von Polyethylenterephthalat (PET)-Rezyklaten
prCEN/ TR 15353	Kunststoffe - Kunststoff-Rezyklate - Leitfaden für die Entwicklung von Normen für Kunststoff-Rezyklate
EN 13430	Verpackung - Anforderungen an Verpackungen für die stoffliche Verwertung
EN 13437	Verpackungen und stoffliche Verwertung - Kriterien für stoffliche Verwertungsverfahren - Beschreibung von stofflichen Verwertungsprozessen und Flussdiagrammen
ISO 16103	Verpackung - Verpackungen zur Beförderung gefährlicher Güter - Recycling-Kunststoffe
ISO 15270	Kunststoffe - Richtlinie für die Verwertung von Kunststoff-Abfällen

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach JRC 2012

CEN/TR 15353 ist ein technischer Report, der ein Format zur Ausarbeitung von Normen für recycelten Kunststoff liefert. Diese Richtlinie stellt Informationen für die Entwicklung von Normen (Leitfäden, Praktiken, Testmethoden und Spezifikationen) bereit, welche sich auf die angemessene Nutzung recycelten Kunststoffs beziehen. Alle Normen sollten eine Betrachtung von Umweltaspekten in Übereinstimmung mit den durch CEN und ISO ausgestellten Leitlinien enthalten. Diese generellen Umweltaspekte, welche für alle recycelten Kunststoffarten gängig sind, sind in den Leitlinien enthalten und können in anderen Dokumenten referenziert werden.

Auch beim Handel mit Kunststoffrezyklaten zwischen Anbieter und Wiederverwender gibt es verschiedene Arten, die Qualität eines Produktes zu spezifizieren, die häufig auf standardisierten Vorgaben nationaler Normen und/oder gängigen europäischen oder internationalen Normen basieren.

Diese Normen kennzeichnen Kunststoffe als sekundäres Ausgangsmaterial, zum Beispiel Regranulate, Flocken oder Granulate nach der Wiederaufbereitung. Ein wesentlicher Vorteil ist dabei, dass z.B. EN Normen für spezifische Rezyklate neben Qualitätsparametern auch die relevanten Testverfahren definieren.

Tabelle 30: Qualitätsparameter der EN ISO 15347 Norm

Qualitätsparameter	
Eigenschaft	Status (Testmethode)
Chargengröße	Erforderlich (Gewicht oder Volumen)
Farbe	Erforderlich (visuelle Beurteilung)
Art von Abfall	Erforderlich (z.B. Charakterisierung als Flocken, Folien oder Hohlkörper)
Rückverfolgbarkeit des Abfalls zum Anfallort	Erforderlich (EN 15343)
Hauptpolymer	Erforderlich (Gewichtsprozent, falls bekannt)
Weitere vorhandene Polymere	Erforderlich (Gewichtsprozent, falls bekannt)
Verpackungsart des angelieferten Abfalls	Erforderlich
Schlagzähigkeit	Optional (EN ISO 179-1 und EN 179-2 oder EN ISO 180)
Schmelzflussindex	Optional (EN ISO 1133)
Vicat-Erweichungstemperatur	Optional (EN ISO 306 Methode A)
Zusatzstoffe, Schadstoffe, Feuchtigkeit, Flüchtigkeit	Optional
Aschegehalt	Optional (EN ISO 3451-1)
Feuchtigkeit	Optional (EN 12099)
Bruchdehnung	Optional (EN ISO 527, Teile 1 bis 3)
Streckdehnung	Optional (EN ISO 527, Teile 1 bis 3)
VOC	Optional (Gewichtsverlust bei einer Prozesstemperatur)

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach JRC 2013

Weitere Normierungsansätze

Über diese rein stoffbezogenen Normen existiert eine Reihe von darüber hinausgehenden Zertifizierungssystemen für die Verwertung von Kunststoffabfällen. Im Folgenden werden ein Überblick über europäische und internationale Normen sowie Beispiele nationaler Normen beim Handel mit Sekundärkunststoffen zwischen Lieferant und Wiederverwerter präsentiert.

Dabei ist insbesondere die EuCertPlast-Zertifizierung zu nennen. EuCertPlast ist eine europäische Zertifizierung für Recycler von Kunststoff-Produktabfällen, welche für ihren hohen Qualitätsstandards entsprechenden Betrieb anerkannt werden (EuCertPlast 2012a).

Das Zertifikat soll als harmonisiertes Betriebsprüfungsprogramm in Europa dienen und dabei helfen, Schwierigkeiten der verschiedenen und oft komplexen nationalen Systeme beim Zugang zu Kunst-

stoffabfällen zu überwinden. Weiterhin soll es das Vertrauen der Verbraucher erhöhen, dass recycelte Produkte umweltfreundlich sind und der nationalen Gesetzgebung entsprechen. Das Zertifikat soll von den Abnehmern der Rezyklat-Kunststoffe aus Haushaltssammelware bei ihren Lieferanten angefordert werden.

Die Zertifizierung basiert auf existierenden europäischen Normen und wird entsprechend des besten verfügbaren deutschen Prüfsystems testiert (EuCertPlast 2012b). Die bei der Bewertung des Recyclingprozesses von den Prüfern verwendeten Standards beinhalten die EN-Normen Nr. EN 15342-48, Richtlinie CEN 15353 und das Vokabular EN ISO 472. Der Inhalt des Zertifikats umfasst die Input-Polymere in den Recyclingprozess, gibt an, ob es sich um flexiblen oder festen Kunststoff handelt, und testiert den produzierten Output, welcher das Polymer sowie den physischen Zustand des Materials beschreibt (Flocken, Granulate, Agglomerate, Mikropulver etc.). Außerdem wurde ein Mechanismus der Rückverfolgbarkeit etabliert. Diese Anforderung verursachte einige Diskussionen, da Input-Kunststoffabfälle in der Lagerung seitens des Recyclers oft vermischt werden (gleiche Polymere). Die Lösung hierfür war die Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit der Input-Abfallchargen in der jeweiligen Lagerungsstätte (EuCertPlast 2012a). „Das EuCertPlast Zertifikat wurde im Juli 2012 eingeführt. Beim Blauen Engel für Recyclingkunststoff (RAL UZ 30a) muss beispielsweise seit Mai 2012 ein entsprechendes Zertifikat vorgelegt werden, um die Herkunft und den Anteil der eingesetzten Kunststoffrezyklate eindeutig nachzuweisen.

ISRI Spezifikationen (USA)

Das US Institute of Scrap Recycling Industries (ISRI) gibt jährlich das sogenannte „Scrap Specifications Circular“ heraus, welches Standardspezifikationen vorgibt, die im internationalen An- und Verkauf von verwertbaren Abfällen wie Kunststoffen behilflich sein sollen. Sie sind so konstruiert, dass sie die Qualität und Zusammensetzung der in der Industrie verkauften und erworbenen Materialien repräsentieren. Die Normen definieren verschiedene Qualitätsstufen von Kunststoffen anhand eines Einstufungscodes und einer kurzen verbalen Beschreibung. Außerdem definieren sie Verschmutzungs-Grenzwerte. Die ISRI Normen kategorisieren Kontaminierungen in Kunststoff-Rezyklaten als (WRAP 2009):

- ▶ Zulässige Kontamination (leicht zu entfernende Materialien wie Dosen, Pappe etc.); und
- ▶ Verbotenes Material, welches sich auf gefährliche Abfälle, leicht entflammbare Materialien und alle freifließenden Flüssigkeiten und Kunststoffe, die dem Produktionsprozess unzutraglich sind, bezieht.

ISRI Spezifikationen werden grundsätzlich weder in Europa, noch im Handel zwischen Europa und asiatischen Ländern verwendet (JRC 2012).

ASTM Normen (USA)

ASTM International (früher American Society for Testing and Materials) ist ein globales Forum für die Entwicklung und Bekanntmachung internationaler, auf freiwilliger Übereinstimmung basierender Normen für Materialien, Produkte, Systeme und Dienstleistungen. 30.000 technische Experten aus 135 Ländern rund um die Welt arbeiten in einem oder mehr der 145 technischen Komitees von ASTM, wo sie Normen für ein breites Themenspektrum entwickeln. Dazu gehören Metalle, Farben, Kunststoffe, Textilien, Erdöl, Bauwerke, Luftfahrt, Energie, Umwelt, Konsumgüter, Elektronik, medizinische Dienstleistungen und Produkte, computerisierte Systeme, Heimatschutz und vieles mehr (ASTM 2012). ASTM hat 248 Normen für Produkte mit einem Gehalt an recyceltem Kunststoff.

Deutschland

In Deutschland wurde 1990 Der Grüne Punkt – Duales System Deutschland GMBH als das erste duale System gegründet, welches Rücknahmesysteme bereitstellt. Das Symbol „Der Grüne Punkt“ wurde zu einem Markenzeichen für Herstellerverantwortung in kommerziell organisierten Systemen im europäischen Verpackungsmarkt. Er signalisiert, dass die Inverkehrbringer der Verkaufsverpackungen zur Finanzierung des Recyclings beitragen und wird in 28 europäischen Ländern genutzt. Der Grüne Punkt gibt Sortiervorgaben für verschiedene Wertstofffraktionen durch die DKR (Deutsche Gesellschaft für Kreislaufwirtschaft und Rohstoffe mbH) heraus (DKR 2012). DKR Vorgaben sind gültig für Verpackungsmaterialien und sollten von Sortierern genutzt werden, die Kunststoffrecycler beliefern. Die Vorgaben sind für die Recycler grundlegend bei der Annahme von Kunststoffabfall zur weiteren Verarbeitung.

Vereinigtes Königreich

Im Vergleich zu Deutschland gibt es im Vereinigten Königreich keine lange Tradition bezüglich der Sortierung von Abfall und dem Recycling von Kunststoffabfällen. Vor kurzem wurde jedoch die nationale PAS-103 Vorgabe in Zusammenarbeit von WRAP, dem British Plastics Federation Recycling Council und dem British Standards Institute entwickelt (WRAP 2012b). PAS-103 legt einige der Haupt-Kontaminanten dar, außerdem die Abklärung und den Einstufungsprozess für Kunststoffe. Die Vorgabe tritt im Stadium zwischen Händler/Sammler und Wiederverwerter des Kunststoffs in Kraft. Es sollte nicht als eine britische Norm betrachtet werden. PAS-103 bezieht sich auf unverarbeitete Kunststoffverpackungsabfälle für werkstoffliche Verwertung. Es ist um eine visuelle Inspektionsmethodik und ein Inspektionsdokument herum aufgebaut, welches die Originalverwendung des Materials, die Kontamination etc. auflistet. WRAP zufolge (WRAP 2009) weist die PAS-103 jedoch noch einige Ungenauigkeiten auf, die deren Anwendung schwierig gestalten. Dies wird als Grund dafür angesehen, dass die meisten Wiederaufbereiter angeben, keinen großen Nutzen aus PAS-103 gezogen und das vorgeschlagene Kennzeichnungssystem nicht verwendet zu haben. Der WRAP Report stellt abschließend fest, dass Recyclinghöfe und Wiederaufbereiter Materialqualitätsanalysen durchführen, welche zwar dem internationalen Monitoring und der Entscheidungsfindung dienen mögen, jedoch nicht normiert genug sind, um vergleichbar mit Daten anderer Recyclinghöfe und Verarbeiter zu sein. Das Fehlen angemessener Bedingungen zur Beurteilung und zum Vergleich der Materialqualität ist ein potentiell Hemmnis für das gute Funktionieren der Materialmärkte.

9.3.2.2 Kriterien zum Ende der Abfalleigenschaft

Mit Blick auf Informationsdefizite an der Schnittstelle zwischen Produktion von Sekundärrohstoffen und ihrem Einsatz sind auch die Kriterien zum Ende der Abfalleigenschaft zu berücksichtigen. Die Europäische Kommission prüft derzeit die Etablierung solcher Kriterien für eine Reihe spezifischer recycelbarer Materialien. Dazu gehören bestimmte Kupfer-, Aluminium-, Stahl- und Eisenschrotte, Papierabfall, Bruchglas, Kompost sowie Kunststoffe (wobei Verordnungen für Fe-/Stahl-/Alu-/Cu-Schrotte und Glas bereits implementiert wurden). Die Kriterien präzisieren, wann bestimmte Abfallarten keine Abfälle mehr sind, sondern den Status eines Nicht-Abfalls (Sekundärrohstoffs) erhalten. Eine Lieferung Kunststoffabfälle würde dann den Abfallstatus verlieren, wenn der Produzent des Abfalls zertifizieren kann, dass Kriterien zum Ende der Abfalleigenschaft erfüllt wurden. Nach Artikel 6 (1) der Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EC sind bestimmte spezifizierte Abfälle dann kein Abfall mehr, wenn sie einer Verwertungstätigkeit unterzogen wurden (einschließlich Recycling) und mit spezifischen Kriterien übereinstimmen, die im Einklang mit bestimmten rechtlichen Gegebenheiten entwickelt werden.

An die Etablierung solcher Kriterien ist eine Reihe von Erwartungen geknüpft, die sich insbesondere auf den verstärkten Einsatz von Sekundärrohstoffen beziehen. Demnach können die folgenden Vorteile erwartet werden, falls EU-weite End-of-Waste-Kriterien für Kunststoffabfälle eingeführt würden.

Grundsätzliche Zielstellung ist dabei, dass ein höherer Materialanteil anstatt der Verbrennung oder Deponierung dem Recycling zugeführt wird (JRC 2013):

- ▶ Klarere Differenzierung hochqualitativer Kunststoffabfälle und erkennbare Unterscheidung zu Kunststoffabfall niedrigerer Qualität. Sicherheit, dass nur hochqualitative Kunststoffabfälle den Abfallstatus verlieren. Dies bestätigt außerdem den Abfallstatus von Abfällen niedriger Qualität und die Gründe, diesen beizubehalten;
- ▶ Verbesserte Funktion der EU-internen und -externen Märkte (vereinfachte und harmonisierte Regeln in einzelnen Ländern, erhöhte Rechtssicherheit, erhöhte Transparenz und Zuverlässigkeit qualitätsgesicherter Lieferungen);
- ▶ Reduktion des mit Versand, Transport und Handel verbundenen administrativen Aufwands, welcher für umweltsichere Materialien nicht benötigt wird.

Vorgesehene Kriterien

Die folgende Box gibt einen Überblick über die im dritten Berichtsentwurf der technischen Arbeitsgruppe des JRC vorgesehenen End-of-Waste-Kriterien (JRC 2013, S. 153ff.):

End-of-Waste-Kriterien

1. Aus der Verwertungstätigkeit resultierende Qualität von Sekundärkunststoffen

1.1 Der Kunststoffabfall soll eine Kundenvorgabe oder eine Vorgabe der Industrie für den direkten Gebrauch in der Herstellung von Kunststoffprodukten oder Substanzen durch Umschmelzung in Produktionsanlagen erfüllen. (...)

1.2 Der **Anteil an Nicht-Kunststoffen** soll $\leq 2\%$ des luftgetrockneten Gewichts betragen. (...) Beispiele für Nicht-Kunststoff-Bestandteile sind Metalle, Papier, Glas, Naturtextilien, Erde, Sand, Asche, Staub, Wachs, Asphalt, Keramik, Gummi und Holz, es sei denn diese Materialien sind integrale Bestandteile der Kunststoffstruktur in Form von Füll- und Verstärkungsstoffen wie Mineralien, Glas- oder Holzfasern.

1.3 Der Kunststoffabfall inklusive seiner Bestandteile soll keine der **gefährlichen Eigenschaften** aufweisen, welche in Anhang III nach der Richtlinie 2008/98/EC aufgelistet sind. Die Kunststoffabfälle sollten den in der Kommissionsentscheidung 200/532/EC207 festgesetzten Konzentrationsgrenzwerten genügen und die in Anhang IV befindlichen Konzentrationsgrenzwerte der Regelung 850/2004/EC nicht überschreiten.

1.4 Kunststoffabfälle sollten kein **Öl, Lösungsmittel, Kleber, Farbe oder wässrige und/oder fettige Lebensmittel** enthalten, die bei visueller Inspektion aufgespürt werden können.

2. Anforderungen an die Input-Materialien (Ausschluss von Herkunftsquellen)

2.1 **Gefährliche Abfälle, Bioabfälle, Medizinische Abfälle und gebrauchte Hygieneprodukte** sollen nicht als Input verwendet werden.

3. Behandlungsprozesse und -techniken

3.1 Kunststoffabfallströme, die als Input verwendet werden, sollen sobald sie durch den Produzenten oder Importeur empfangen werden **permanent getrennt aufbewahrt** werden, sodass sie nicht in Kontakt mit anderen Abfällen, einschließlich Kunststoffabfälle abweichender Qualität, kommen.

3.2 Alle Behandlungen, die dazu dienen, die **Kunststoffabfälle für den direkten Input in der Herstellung** von Kunststoffprodukten aufzubereiten, wie z.B. Ballenauflösen, Sortieren, Trennen, Größenreduktion, Reinigung, Schmelzen, Filtern, Regranulieren oder Agglomeration sollen abgeschlossen worden sein.

Weitere End-of-Waste-Kriterien beziehen sich auf das Informations- und Qualitätsmanagement.

Im Fokus der Diskussionen um den Entwurf des JRC stand insbesondere der Schwellwert für die Verunreinigung der recycelten Kunststoffe mit Nicht-Kunststoff-Bestandteilen (Kriterium 1.2) von $\leq 2\%$ des luftgetrockneten Gewichts. In vielen Fällen liegen auch die Zwischenprodukte für das Kunststoff-Recycling bereits unter diesem Grenzwert (insbesondere die meisten trockenen Regranulate und Flocken hohen Reinheitsgrades sowie gewaschene Regranulate). Einzig Agglomerate und ähnliche Zwischenprodukte würden diesem Wert nicht entsprechen und sich dementsprechend nicht für End-of-Waste qualifizieren. Die European Plastics Recycler Organisation, EPRO, schlugen dementsprechend die Erhöhung des Schwellwertes auf 3% vor, um einen höheren Anteil an Kunststoffabfällen einzuschließen.

9.3.2.3 Empirische Relevanz des Hemmnisses

Kriterien für das Ende der Abfalleigenschaft von Kunststoffabfällen stehen insgesamt vor der Herausforderung, den verstärkten Einsatz von Rezyklaten mit möglichen Umwelt- und Gesundheitsgefahren in Balance zu bringen – sie sind daher nicht generell als Hemmnis zu identifizieren. Obwohl jedoch für alle Schnittstellen entlang der Kunststoff-Recyclingkette Normen und Standards existieren, werden diese etablierten Standards in der Literatur als bei weitem nicht ausreichend beschrieben, um die beschriebenen Informationsasymmetrien zu beheben: „Despite their extension, the information of relevance in the context of end-of-waste is limited in these standards, and in some of them, absent. For instance, the presence of impurities or contamination is not present in some of the standards, and it is described differently across the mentioned standards using different terminology for the different polymer recyclates.“ (JRC IPTS 2010, S. 23)

In vielen Fällen sind die Standards deutlich zu allgemein formuliert und lassen ein hohes Maß an Interpretationsspielraum. So ist vor allem bei der Sammlung der Anteil an Störstoffen nicht hinreichend genau spezifiziert und muss für eine hochwertige Verwertung zwischen Käufer und Verkäufer im Detail geklärt werden. In der Praxis beinhalten die Vorgaben der Käufer damit deutlich höhere Qualitätsanforderungen, wobei der Prüfaufwand üblicherweise dem Wiederaufbereiter auferlegt wird, teilweise auch durch außenstehende Organisationen/ externe Revision bereitgestellte Qualitätssicherung. Die jeweiligen Grenzwerte für eine Vielzahl an Parametern müssen dazu zwischen Anbieter und Abnehmer ausgehandelt werden. Den grundlegenden Normen werden damit in der Praxis spezifischere Anforderungen hinzugefügt (wozu aber vor allem die klein- und mittelständischen Verwerter nicht über die notwendigen Kapazitäten verfügen, siehe Kapitel zu Marktstrukturen). Hierbei handelt es sich in der Regel um komplexe Business-to-Business-Spezifikation der Chargenmerkmale bis hin zu detaillierten Verträgen zu einzelnen technischen Vorgaben.

Obwohl die meisten EU-Mitgliedstaaten Normenorganisationen eingeführt haben, welche Mitglieder der CEN sind und demnach alle gängigen EU- Normen implementiert haben sollten, ist die häufigste Situation die Verwendung von Business-to-Business-Vorgaben. In Deutschland zum Beispiel sind die einzigen gültigen Kriterien im Stadium der Rezyklate an bilateral vereinbarte Qualitätsparameter (z.B. chemische und physikalische Parameter) gebundene Qualitäten (Snällfot et al. 2013).

Im Vereinigten Königreich hat WRAP eine Untersuchung der Qualitäten des Output-Materials von Recyclinghöfen durchgeführt (WRAP 2009). Die Ergebnisse der Analysen deuten darauf hin, dass eine deutlich Abweichung zwischen der von Sortieranlagen gelieferten Qualität des Outputs und der von Wiederverwertern nach eigenen Angaben benötigten Qualität für den Input zu bestehen scheint. Eine

vor kurzem eröffnete Sortieranlage in Dänemark nimmt an, dass erst ein Jahr nach der Inbetriebnahme der Anlage die benötigten Outputqualitäten erreicht werden können, da Zeit und Erfahrung benötigt werden, um das Sortieren des Inputmaterials zu erlernen (DKRaastoffer 2012).

Das EuCertPlast Zertifikat und die End-of-Waste-Kriterien haben in diesem Zusammenhang möglicherweise, unter der Annahme hinreichend konkreter und ambitionierter Vorgaben, einen positiven Einfluss auf die Etablierung von Qualitätskriterien. Die grundsätzliche Idee von EuCertPlast ist jedoch die Vereinfachung des Handels mit Kunststoffabfällen zwischen den europäischen Nationen durch die Anwendung gängiger Normen des CEN. Das EuCertPlast Zertifikat könnte damit vor allem im internationalen Handel dabei behilflich sein, den Mangel an umfassenden Informationen über existierende Normen zu überwinden.

Die entscheidende Frage bei der Bewertung des Hemmnisses lautet, inwieweit Marktregeln und -regelungen in der Zukunft zu ausreichenden Standards führen werden. Das Beispiel der in den letzten Jahren sehr positiven Entwicklungen auf dem PET-Markt mit zunehmend geschlossenen Stoffkreisläufen weist darauf hin, dass es hier – unter strengen lebensmittelrechtliche Vorgaben - analog zur Preisvolatilität mit steigender Professionalisierung der Märkte aus Eigeninteresse der Akteure zu entsprechenden Regulierungen kommen wird. Diese Anreize würden natürlich deutlich gestärkt, wenn regulative Vorgaben geschaffen würden, die Qualität des Kunststoffrecyclings zu erhöhen und Downcycling zu verhindern (Snällfot et al. 2013).

9.3.3 „Overengineering“

Den Diskussionen um nicht auf den Bedarf der Nachfragerseite abgestimmte Qualitätsstandards stehen von Seiten der Verwerter getätigte Aussagen entgegen, dass die verwendeten Standards einseitig auf die Verwendung von Primärkunststoffen ausgelegt seien. Dieses Hemmnis für den Einsatz von Sekundärkunststoffen wird auch in der von BioIS vorgelegten Studie bestätigt: „Many if not most plastic applications are in effect “over-engineered” if made from virgin plastics: in other words, virgin plastic could be substituted by recycled material and product functionality would not be affected“ (BioIS 2013)

Einigkeit herrscht darüber, dass bei den wesentlichen mechanischen Eigenschaften wie Fließindex, Dichte oder Kerbschlagzähigkeit keine Abstriche an den Qualitätsstandards zugelassen werden können, wenn Primärware durch recycelte Kunststoffe ersetzt werden sollen. Trotzdem lassen sich verschiedene Anwendungsbereiche identifizieren, in denen Sekundärware problemlos eingesetzt werden könnte, dies aber durch spezifische Anforderungen erschwert wird.

9.3.3.1 Empirische Relevanz des Hemmnisses

Beispiele für solche sachlich nicht nachvollziehbaren Anforderungen an eingesetzte Kunststoffe ergeben sich vor allem mit Blick auf die beiden Kriterien Farbgebung und Geruch (DSD 2012b, S.15):

- ▶ **Farbe:** Insbesondere Post-Consumer-Rezyklate fallen in der Regel gemischt-farbig an, die resultierenden Regranulate sind dann in der Regel grau. Durch technische Sortierung des Mahlgutes lassen sich „Mono-Farben“ oder leichter überfärbbare Typen erzeugen. Dies ist technisch-wirtschaftlich machbar, trotzdem ergeben sich erkennbare Farbunterschiede zwischen Primär- und Sekundärmaterial. In vielen Bereichen wie z.B. bei Elektronikgehäusen wird daher komplett auf Sekundärmaterialien verzichtet. Identische Anforderungen werden aber auch an Kunststoffteile gerichtet, die im Endprodukt überhaupt nicht sichtbar sind, z.B. Innenverkleidungen im Fahrzeugbau oder vor allem auch im Baubereich bei Rohren/ Leitungen, die anschließend verputzt werden. Auch hier wird häufig ein exakter RAL-Ton eingefordert, der sich mit Sekundärmaterialien nicht erreichen lässt.

- **Geruch:** Alle Kunststoffe haben einen Eigengeruch. Der Geruch von Post-Consumer-Rezyklaten ist für die Verarbeiter ungewohnt und wird häufig als störend empfunden. Auch wenn die technischen Möglichkeiten zur Reduzierung des Rezyklat-typischen Eigengeruches heute trotz erheblicher Fortschritte noch nicht vollständig ausgeschöpft sind (vgl. Beinert 2014), sind auch hier Einsatzbereiche identifizierbar, in denen dieser abweichende Eigengeruch keinerlei Rolle spielt, wiederum insbesondere im Bausektor.

Ein in der Diskussion immer genanntes Fallbeispiel sind Müllgroßbehälter, die in der Regel aus schwarzem HDPE hergestellt werden und einer ganzen Reihe von Qualitätsstandards entsprechen müssen (u.a. die europäische Richtlinie über „umweltbelastende Geräuschemissionen von zur Verwendung im Freien vorgesehener Geräte und Maschinen“). Die beiden großen Hersteller in Deutschland SULO und Otto setzen bei der Produktion zunehmend auf den Einsatz von Kunststoffrezyklaten, vorzugsweise aus eigenen Produktionsabfällen, aber auch aus der Verwertung der von Kommunen zurückgekauften Altcontainern; bei beiden liegt der Rezyklatanteil bei ca. 20%: „Ein Anteil von bis zu 30 Prozent Rezyklat beeinträchtigt weder den Herstellprozess noch die Qualitätsmerkmale der Tonne, sind die Experten bei Sulo und Otto überzeugt.“ (Friedl 2008, S. 62). Trotzdem ist zu beobachten, dass viele Kommunen in Deutschland bei der Bestellung nicht nur keinerlei Vorgaben zum Rezyklatanteil machen, sondern stattdessen den Einsatz von Rezyklaten in den Ausschreibungsunterlagen explizit untersagen. Umgekehrt hat zum Beispiel die Stadt Paris in ihrer Ausschreibung eine Mindestrezyklatquote von 10% vorgeschrieben (vgl. ebd., S. 63).

Insgesamt kann das Hemmnis vor allem in verbrauchernahen Anwendungen als relevant eingeschätzt werden, ist aber auch auf das grundsätzlich schlechte Image von Sekundärkunststoffen bzw. auf nicht ausreichende Qualitätszertifikate zurückzuführen. Ansatzpunkte ergeben sich auf der Instrumentenseite eher bei Kriterien für die öffentliche Beschaffung, nicht aber in der Detailüberarbeitung bestehender Qualitätskriterien zwischen Herstellern und Verwertern.

9.3.4 „Imageproblem“ Sekundärkunststoff

Unter dem Stichwort „Kunststoff einen Wert verleihen“ beschreibt das Grünbuch Kunststoffabfälle die mangelnde Wertschätzung der Verbraucher als ein Hemmnis für dessen Kreislaufführung: „Kunststoff gilt als Material ohne eigenen Wert. Diese Einschätzung begünstigt die gedankenlose Müllproduktion. Jedoch sind alle Kunststoffe komplexe High-Tech-Materialien, die die Verbraucher schätzen sollten, um Anreize für die Wiederverwendung und das Recycling zu schaffen“ (Europäische Kommission 2013, S. 17.).

9.3.4.1 Wirkungsweise des Hemmnisses

Die fehlende Wertschätzung führt insbesondere bei Sekundärkunststoffen zu einem von Seiten der Kunststoffverwerter immer wieder thematisierten „Imageproblem“. Anders als im Bereich Recyclingpapier wird recycelter Kunststoff keineswegs als wertvolle Ressource mit Potenzialen zur Erhöhung der Ressourceneffizienz und zur Reduktion der Umweltbelastungen infolge der Extraktion von Rohstoffen, der Abfallerzeugung sowie zur Erzeugung von Arbeitsplätzen und zur Stärkung der europäischen Wirtschaft gesehen. Kunststoffrezyklate werden an der Schnittstelle von Verwertern und Endprodukt-Herstellern als Anlass für pauschale und durch Qualitätskriterien häufig nicht zu rechtfertigende Preisnachlässe genommen. Auch ist der Konsument anders als beim Schreibpapier aus Recyclingpapier keineswegs bereit, für recycelte Kunststoffe sogar einen Preisaufschlag zu bezahlen, so dass in den meisten Fällen, in denen Sekundärkunststoffe eingesetzt werden, dies in keiner Weise dem Kunden gegenüber kommuniziert wird.

9.3.4.2 Empirische Relevanz des Hemmnisses

Betrachtet man das „Imageproblem“ Sekundärkunststoff differenziert nach Kunststoffsorten, so zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede. Insbesondere bei PET scheint es gelungen zu sein, den Konsumenten von der Unbedenklichkeit des recycelten Materials und seinem Beitrag zum Umweltschutz zu sensibilisieren. Geringere Anerkennung existiert (auf europäischer Ebene) dagegen offenbar für PP, HDPE und andere Kunststoffe (BioIS 2013). Dabei ist jedoch offen, ob der Verbraucher tatsächlich zwischen den Kunststoffsorten oder einzelnen Produkten differenziert, z.B. bei Pfandflaschen aus PET, aber auch bei Einkaufstüten aus PE-Rezyklat.

9.4 Rechtliche und institutionelle Hindernisse

9.4.1 Einleitung

Ziel des nachfolgenden Abschnittes ist es, die Hemmnisse rechtlicher oder institutioneller Natur herauszuarbeiten, die einen ökologisch oder ökonomisch sinnvolleren Umgang mit Kunststoffabfällen verhindern.

So sollen bestehende rechtliche Rahmenbedingungen untersucht werden, die den Einsatz von Sekundärrohstoffen erschweren. Diese sollen zunächst beschrieben werden, wodurch genau die Verwendung der in Kapitel 8 ermittelten potenziellen Mengen erschwert oder verhindert wird. Dabei soll zwischen rechtlichen und auch institutionellen Hemmnissen auf den verschiedenen Regulierungsebenen differenziert werden (international, EU, D, eventuell ausgewählte Bundesländer und Kommunen). Dabei wird der Fokus auf die genannten Einsatzmöglichkeiten von Sekundärrohstoffen, insbesondere Kunststoffen, gelegt.

Ausgehend vom Titel dieser Studie „Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen werden Instrumente zur Vermeidung des Entstehens von Kunststoffabfällen nicht betrachtet. Ebenso wenig im Fokus dieser Arbeit stehen die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Anlagen zum Kunststoffrecycling (Schimpf 2008, 10 ff.). Mit diesen thematischen Einschränkungen sollen über diese eher deskriptive Beschreibung hinaus die zugrunde liegenden Zielkonflikte ermittelt werden. Vor allem mit Blick auf mögliche Handlungsansätze im folgenden Kapitel 10 ist dabei die These, dass die Überwindung solcher Hemmnisse häufig eine Neubewertung der verfolgten Ziele notwendig macht bzw. zunächst zu klären ist, wo dies der Fall ist. Als klassische Beispiele, die für die verschiedenen Kunststoffe zu untersuchen wären, können die chemikalienrechtliche Regulierung und die Kriterien zum Ende der Abfalleigenschaft von Kunststoffen gelten, die eine Abwägung zwischen Zielen der Ressourceneffizienz durch den Einsatz von Sekundärrohstoffen und z.B. dem Schutz der Verbraucher vor Gesundheitsschädigungen durch Schadstoffe in Kunststoffen darstellen.

Anlässlich der Suche nach rechtlichen Hindernissen gelangen ebenfalls institutionelle Hindernisse in den Fokus. Die nachfolgende primär rechtliche Analyse skizziert die gegebene Rechtslage (*de lege lata*). Die Gliederung folgt primär dem tatsächlichen Ablauf des Kunststoffrecyclings. Innerhalb der jeweiligen Stufe ist die Darstellung nach den Normierungsebenen im Mehrebenensystem gegliedert, d.h. sie folgt den allgemeinen Regeln der Normhierarchie (Vesting 2007, 35): Am Anfang stehen die internationalen Regelungen (Völkerrecht). Es folgen nach den EU-Regelungen die nationalen Normen auf Bundesebene bzw. falls vorhanden ausgewählte Länderregelungen.

9.4.2 Anfall von Kunststoffabfällen (Abgabeverbote, Getrennthaltung, Sammlung)

9.4.2.1 Abgabeverbote

Nach geltender Rechtslage bestehen in Deutschland keine Abgabeverbote (z.B. für Einwegplastiktüten). Aus der Fülle der politischen Vorstöße für differenzierte Verbote seien herausgegriffen: Der Antrag der GRÜNEN in der Hamburgischen Bürgerschaft (Hamburg 2011) auf ein Verbot von Einweg-

Plastiktüten sowie der für die Schweiz geltende Auftrag der sog. Räte an den Bundesrat aus dem Jahre 2010, die Abgabe von „Wegwerf-Plasticsäcken“ zu verbieten (Buman 2010). Zuletzt hatte im September 2013 der EU-Abgeordnete *Vittorio Prodi*, Berichterstatter des Umweltausschusses des Europäischen Parlaments, gefordert, Plastiktüten, die nicht biologisch abbaubar oder kompostierbar sind, zu verbieten (bvse 2013b).

Die in das Zentrum der Berichterstattung gerückte Kunststofftragetasche („Plastiktüte“) war einer der Kernpunkte des „Grünbuch der Kommission zu einer europäischen Strategie für Kunststoffabfälle in der Umwelt gemäß §§ 3 und 5 EUZBLG“ (BR-Drs. 188/13) vom 07.03.2013. Das Grünbuch versucht Antworten auf die Frage zu geben, wie Kunststoffzeugnisse während ihres gesamten Lebenszyklus nachhaltiger gestaltet und ihre Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit verringert werden können. Die Kommission wirft die Frage auf, inwieweit das europäische Abfallrecht in diesem Zusammenhang ergänzungswürdig erscheint. Hintergrund ist, dass das EU-Recht Kunststoffabfälle bisher nicht ausdrücklich behandelt. Im Bestand findet sich nur die Festlegung eines spezifisches Ziels für das Recycling von Kunststoffverpackungen in der Verpackungsrichtlinie sowie ein in der Abfallrahmenrichtlinie verankertes allgemeines Ziel für das Recycling von Haushaltsabfällen, die neben anderen Materialien auch Kunststoffabfälle enthalten.

Die Kommission bewertet die mit der Plastiktüte verbundene Umweltbelastung als beträchtlich und wirft die Frage auf, ob und inwieweit mit „marktbasierten Instrumenten“ hier entgegengesteuert werden kann und soll. Gleichzeitig bedeutet das eine Entscheidung gegen einen Vorstoß oder ein Verbot von Plastiktüten zu erwirken. Ein solches Verbot findet sich beispielsweise im vom U.S. Congress erlassenen „Plastic Bag Reduction Act of 2009“⁴⁸.

Die EU-Kommission hat am 4.11.2013 einen Vorschlag für eine Richtlinie zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle im Hinblick auf eine Verringerung der Verwendung von Kunststofftüten vorgelegt (Europäische Kommission 2013d). Mit den Zielen u.a. der Begrenzung der nachteiligen Auswirkungen auf die Umwelt (insbes. durch Vermüllung), die Förderung der Abfallvermeidung und eine effizientere Ressourcennutzung ist der Vorschlag darauf gerichtet, den Verbrauch von Kunststofftüten mit einer Wandstärke unter 50 Mikron (0,05 Millimeter) in der EU zu verringern. Diese Kunststofftüten sind nach EU-Recht Verpackungen im Sinne der Verpackungsrichtlinie 94/62/EG), ohne dass es allerdings speziellere Regelungen gäbe. Nun wird eine Definition in Art. 3 Nr. 2a der Verpackungsrichtlinie (94/62/EG) eingefügt. Der Vorschlag verzichtet darauf, ein EU-weites Verbot festzuschreiben. Er enthält vielmehr die Verpflichtung für die Mitgliedstaaten (Art. 4 Abs. 1a der Verpackungsrichtlinie 94/62/EG), für eine Verringerung des Verbrauches an Tüten aus leichtem Kunststoff auf 90 Stück pro Kopf und Jahr bis Ende 2019 sowie auf 40 Stück pro Kopf und Jahr bis Ende 2025 zu sorgen und/oder leichte Einkaufstragetaschen ab 2019 nur noch gegen Entgelt abzugeben. Sehr leichte Kunststofftragetaschen (unter 15 Mikron) können jeweils ausgenommen werden. Die Mitgliedstaaten können demnach in den zu erlassenen Rechtsvorschriften eigene nationale Verringerungsziele und Maßnahmen festsetzen. Dazu können auch wirtschaftliche Instrumente und Marktbeschränkungen gehören. Der Europäische Rat hat am 02.03.2015 dem Richtlinienvorschlag zugestimmt. Das Europäische Parlament hat am 28.04.2015 ebenfalls zugestimmt. Die Bundesregierung sieht bei der Umsetzung der Richtlinie derzeit freiwillige Selbstverpflichtungen der Branche im Vordergrund (BMUB 2015).

⁴⁸ H.R. 2091, introduced 4/22/09); http://plasticbaglaws.org/wordpress/wp-content/uploads/2010/05/fed_HR-2091.pdf, s. auch etwa das kalifornische Recht: Assembly Bill No. 2449 CHAPTER 845, An act to add and repeal Chapter 5.1 (commencing with Section 42250) to Part 3 of Division 30 of the Public Resources Code, relating to recycling. (Approved by Governor September 30, 2006. Filed with Secretary of State September 30, 2006.) http://plasticbaglaws.org/wordpress/wp-content/uploads/2010/02/leg_CA_AB-2449-text1.pdf.

In Deutschland hat der Bundesrat (Bundesrat 2013b) mit Blick auf das genannte Grünbuch der EU-Kommission die Bundesregierung gebeten, sich in den weiteren Beratungen insbesondere für ein auf Langlebigkeit und sortenreine Wiederverwertbarkeit ausgerichtetes Produktdesign, für die Forschung und Entwicklung von für die Meeresumwelt verträglicheren Materialien, ein internationales Verbot der Deponierung von Kunststoffabfällen und die Reduktion von schiffseitigen Abfalleinträgen in das Meer einzusetzen (Ziff. 2). Zusätzlich bittet der Bundesrat die Bundesregierung, zeitnah Maßnahmen zu ergreifen, um kurzlebige und für den einmaligen Verbrauch vorgesehene Erzeugnisse (Plastiktüten, Einweggetränkeverpackungen) zu vermeiden sowie die Ausweitung der Erfassung und Verwertung von Kunststoffen (insb. stoffgleiche Nichtverpackungen) sicherzustellen (Ziff. 3).

Im Ergebnis wird im Bereich der Abgabeverbote im Hinblick auf die Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen kein Defizit gesehen.

9.4.2.2 Getrennthaltung

Wie die Ergebnisse zur Potenzialanalyse in Kapitel 8 deutlich machen, findet eine Getrennthaltung bestimmter Kunststoffabfälle bisher sowohl im Bereich der gewerblichen Abfälle als auch im Bereich der Leichtverpackungen und stoffgleichen Nichtverpackungen nur in unzureichendem Maße statt. Dabei bietet gerade der gemischte gewerbliche Abfall die Chance zu einer erheblich größeren werkstofflichen Verwertung (s.o.). Vereinfacht gesagt, ist es derzeit wirtschaftlich günstiger, das gesammelte Material in die Verbrennung zu geben, als es getrennt von anderen Abfällen und Verschmutzungen sowie möglichst sortenrein zu sammeln. Würde so optimal vorgegangen, würden die Einsatzmöglichkeiten des Kunststoffabfallrecyclings erheblich erhöht. Ausweislich der Ergebnisse in Kapitel 8 würde angesichts der in gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen potenziell verfügbaren Kunststoffmenge eine vorhergehende Sortierung der insgesamt anfallenden Gewerbeabfallmenge das Sekundärkunststoffpotenzial deutlich steigern.

Für die Getrennthaltung und -sammlung gilt schon jetzt nach dem in Kraft getretenen Kreislaufwirtschaftsgesetz 2012 der Grundsatz der Getrennthaltung von Abfällen zur Verwertung ohne Vorbehalt im Sinne von Art. 10 Abs. 2 AbfRRL (§ 9 Abs. 1 KrWG). Mit dem Erlass der Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG (v. 19.11.2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien, ABl. EU L 312 v. 22.11.2008, S. 3), die die alte Abfallrahmenrichtlinie von 1975 (Richtlinie 75/442/EWG des Rates v. 15.07.1975 über Abfälle, ABl. EG Nr. L 194, S. 47) ablöste, hat die EU neben dem Problem der Ressourcenknappheit das *Umweltschutzziel* angesprochen, d.h. gemäß dem Lebenszykluskonzept die Verringerung von Umweltbelastungen durch die Gewinnung von Rohstoffen, die Weiterverarbeitung zu und die Nutzung von Produkten und deren Entsorgung als Abfall. Durch die neue Zielsetzung in Art. 1 (Reduzierung der Gesamtauswirkungen der Ressourcennutzung) wird der Schwerpunkt der Abfallrahmenrichtlinie noch pointierter auf die Umweltauswirkungen der Abfallerzeugung und -bewirtschaftung gelegt und dabei dem Lebenszyklus von Ressourcen Rechnung getragen (KOM 2005/0281 (COD) (Eitel 2009, 11)). Das Lebenszykluskonzept bildet, wie schon in der Thematischen Strategie für Abfallvermeidung und -recycling (KOM(2005) 666) vorgesehen, eine tragende Säule der neuen Abfallrahmenrichtlinie. In der Richtlinie selbst wird das Lebenszykluskonzept nicht definiert.⁴⁹ Die EU hat mit der Abfallrahmenrichtlinie u.a. ein allgemeines Ziel für das Recycling von Haushaltsabfällen aufgestellt. Diese enthalten u.a. auch Kunststoffabfälle. Eines der Hauptziele der Abfallrahmenrichtlinie ist gemäß Art. 1 die Verbesserung der Effizienz der Ressourcennutzung.

⁴⁹ Auch der von der EU-Kommission am 2.7.2014 vorgelegte Vorschlag eines Änderungspaketes abfallrechtlicher Richtlinien (Europäische Kommission 2014a, 15) sieht zwar eine erweiterte Verwendung des Begriffs (vgl. Art. 8 Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG) nicht aber seine Definition vor.

Die Zielsetzung der besseren Ressourcennutzung soll nun nach dem Vorschlag der EU-Kommission noch einmal deutlich verstärkt werden. Hierzu hatte die EU-Kommission am 2.7.2014 ein Paket zur Änderung diverser abfallrechtlicher Richtlinien (Europäische Kommission 2014a) vorgelegt, das nachfolgende **Änderungen** vorsah:

- ▶ 2008/98/EG über Abfälle (Abfallrahmenrichtlinie),
- ▶ 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle (VerpackRL),
- ▶ 1999/31/EG über Abfalldeponien (DepRL),
- ▶ 2000/53/EG über Altfahrzeuge (AltfahrzeugRL),
- ▶ 2006/66/EG über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Altakkumulatoren (BattRL),
- ▶ 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE).

Das Änderungspaket sollte **der Stärkung der Kreislaufwirtschaft und der Verbesserung der Ressourceneffizienz dienen**. Ziel war es, Abhängigkeiten von eingeführten Rohstoffen sowie Treibhausgasemissionen zu verringern sowie mehr Wirtschaftswachstum und Beschäftigung herbeizuführen. Das Änderungspaket der Vorgängerkommission der jetzigen EU-Kommission ist auf Widerstand gestoßen. **Deswegen zog die EU-Kommission am 16.12.2014 das Abfallpaket in der Vorstellung ihres neuen Arbeitsprogramms schließlich zurück (European Commission 2014a, 8).** Der Zusatz in Anhang 2 als Grund für das Zurückziehen („Reasons for withdrawal/modification“) lautet: „Withdraw and replace by new, more ambitious proposal by end 2015 to promote circular economy.“

Der zurückgezogene Vorschlag der EU-Kommission war Folge der Aktivitäten zur Steigerung der Schonung der Ressourcen und der Ressourceneffizienz. Ferner stand er im Einklang mit den Zielen des 7. Umweltaktionsprogramms. Abfallbezogene Teilziele sind die konsequente Umsetzung der Abfallhierarchie in allen Mitgliedstaaten, die Senkung des Abfallaufkommens, die Reduzierung unnötiger Lebensmittelabfälle, die Gewährleistung eines hochwertigen Recyclings, die Verwendung der recycelten Abfälle als zuverlässiger Rohstoffquelle sowie die Begrenzung der energetischen Verwertung und der Deponierung auf nicht verwertbare Abfälle.

Das zurückgezogene Änderungspaket hätte auf Deutschland und auf das Kunststoffrecycling im Ganzen betrachtet eher geringe **Auswirkungen** gehabt. Das betrifft die vorgeschlagenen Änderungen der WEEE, der BattRL, der VerpackRL, der AltfahrzeugRL sowie der DepRL (die allerdings nur die Berichtspflichten betreffen). Eine Vielzahl der Maßnahmen ist in Deutschland schon durch geltendes Recht umgesetzt, etwa die Deponierung unbehandelter Siedlungsabfälle ist bereits seit 2005 untersagt. Für die Umsetzung des Prinzips der Kreislaufwirtschaft und des verbesserten Ressourcenschutzes sieht das deutsche Kreislaufwirtschaftsgesetz spezielle Getrennthaltungsgebote vor: Es gilt u.a. der Grundsatz der getrennten Sammlung von Papier-, Metall-, Kunststoff- und Glasabfällen ab dem 01.01.2015 (§ 14 Abs. 1 KrWG).

Vor dem europarechtlichen Hintergrund ist es fraglich, ob die Bindung der Pflicht zur getrennten Sammlung in § 14 Abs. 1 KrWG an die technische Möglichkeit und die wirtschaftliche Zumutbarkeit Artikel 11 Abs. 1 AbfallRRL wirklich gerecht zu werden vermag. Die deutsche Regelung entspricht z.B. der in England und Wales. Die am 17.06.2012 erlassene und am 01.01.2015 in Kraft getretene Bestimmung 13 der Waste (England and Wales) (Amendment) Regulations 2012 sieht in Absatz 4 vor: “(4) The duties in this regulation apply where separate collection— (a) is necessary to ensure that waste undergoes recovery operations in accordance with articles 4 and 13 of the Waste Framework Directive and to facilitate or improve recovery; and (b) is technically, environmentally and economically practicable.”

Das britische Verwaltungsgericht⁵⁰ in der Formation der Queen's Bench Division: Cardiff urteilte unter Judge Hickinbottom 2013, dass der Praktikabilitätsvorbehalt nicht gegen Art. 11 der AbfallRRL verstoße: „For all of those reasons, with respect to the arguments (...) to the contrary, I find that the interpretation of the third paragraph of article 11(1) of the Waste Framework Directive is unambiguously clear: the obligation to set up separate collection of paper, metal, plastic and glass from 2015 is restricted by both the practicability and necessity requirements that also restrict the obligation in article 10(2) to collect separately for the purposes of recovery. That is also generally concordant with the objectives and aims of the Directive, and general European law principles.“ Das britische Judikat lässt sich im Grundsatz – soweit es um die Interpretation der Bestimmungen Art. 10 und Art. 11 der Abfallrahmenrichtlinie 2008 geht – auf die deutsche Formulierung „soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist“ in § 14 Abs. 1 2. Hs. KrWG sowie die vergleichbare Formulierung in § 6 Abs. 2 Satz 4 KrWG übertragen.

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz koppelt den Grundsatz der getrennten Sammlung mit einer sog. Recyclingquote als „Soll-Quote“ (§ 14 Abs. 2 und 3 KrWG). Diese betreffen die Vorbereitung zur Wiederverwendung und Recycling von Siedlungsabfällen (65 Gewichts-% und von nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfällen einschließlich sonstiger stofflicher Verwertung von 70 Gewichts-% ab dem 01.01.2020). Das bedeutet für die hier relevanten Kunststoffabfälle, dass ab Januar 2015 eine Pflicht zur Getrennthaltung greift. Diese breite Pflicht, die unter dem Vorbehalt der Verhältnismäßigkeit steht (Frenz 2013, § 14 Rdnr. 21), ist zu begrüßen. Sie löst die nur sektoral bestehenden Getrennthaltungspflichten ab. Wünschenswert, wenngleich auch wohl nicht praktikabel (Dehoust/Christiani 2012), wäre innerhalb der Getrennthaltungspflicht eine Differenzierung nach verschiedenen Kunststoffsorten, die also nicht nur die Fraktion des Kunststoffabfalls als solche betrifft. Damit wird eine Chance vergeben, sortenreinen Kunststoff verfügbar zu machen, der ohne weitere Schwierigkeiten dem Recycling zugeführt werden kann. Im Folgenden müssen für die relevanten Bereiche die einschlägigen rechtlichen Regelungen dahingehend untersucht werden, ob rechtliche Hindernisse für eine bessere Nutzung der Potenziale bestehen. Soweit Regelungen, wie etwa die speziellen Getrennthaltungsgebote für Altholz in § 10 der Altholzverordnung keine Relevanz für das Kunststoffrecycling haben, bleiben sie unberücksichtigt.

Gewerbliche Siedlungsabfälle

Eine rechtliche Verpflichtung zur Getrennthaltung bestimmter Kunststoffabfälle besteht derzeit für gewerbliche Betriebe. Diese wird allerdings durch die Einschränkung in § 3 Abs. 2 in der Praxis derzeit in nur sehr eingegrenztem Maße umgesetzt. Während das Arbeitsschutzrecht⁵¹ keinerlei Vorschriften zur Getrennthaltung von Gewerbeabfällen regelt, finden sich im Abfallrecht nur wenige Vorgaben.

⁵⁰ R. (on the application of UK Recyclate Ltd) v Secretary of State for the Environment, Food and Rural Affairs [2013] EWHC 425 (Admin); [2013] 3 All E.R. 561 (QBD (Admin)), abrufbar unter Westlaw UK; Scotford, Separate waste stream collection and "best environmental outcomes", Environmental Law Review (Env. L. Rev.) 2013, 15(4), 293-300.

⁵¹ Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen, Gefahrstoffverordnung – GefStoffV v. 26.11.2010, BGBl. I, S 1643; Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen, Biostoffverordnung – BioStoffV v. 27.01.1999, BGBl. I S. 50, zuletzt geändert am 18.12.2008, BGBl. I Nr. 62, S. 2768; TRGS 402: „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“, Ausgabe Januar 2010, berichtigt GMBI 2011 Nr. 9, S. 175; vgl. auch LASI-Veröffentlichung LV 32: „Umgang mit Gefahrstoffen und biologischen Arbeitsstoffen bei der werkstofflichen Verwertung von Kunststoffen“, Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik – LASI, 2004.

Die für die Entsorgung von gewerblichen Siedlungsabfällen seit dem 1.1.2003 geltende Gewerbeabfallverordnung⁵² (GewAbfV) enthält eine Pflicht zur Getrennthaltung und Entsorgung von gewerblichen Siedlungsabfällen. Die Getrennthaltungsgebote gelten allerdings nur für bestimmte Abfälle. Damit wurden die üblichen Rechtsstreitigkeiten vor Inkrafttreten der GewAbfV, ob (satzungsrechtliche) Trennungsgebote verbindlich waren oder eingehalten wurden, obsolet. Die Gewerbeabfallverordnung gilt jedoch nicht für Abfälle, die der gesetzlich verordneten Rücknahme unterliegen (s. die speziellen Verordnungen vor allem für Verpackungen und Altholz). Für die Erzeuger und Besitzer von gewerblichen Siedlungsabfällen besteht die Verpflichtung zur Getrennthaltung von Glas-, Metall-, Kunststoff-, Papier/Pappe/Kartonagen (PPK)-Abfälle sowie Bioabfällen. Zu letzteren zählen biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle, biologisch abbaubare Garten- und Parkabfälle sowie Marktabfälle. Glas-, Metall-, mineralische und vorgenannte biologisch abbaubare Abfälle sind aus Abfallgemischen zur energetischen Verwertung herauszuhalten. Für Bau- und Abbruchabfälle gilt ein Getrennthaltungsgebot u.a. für Kunststoff und Metalle. Ausnahmen vom Getrennthaltungsgebot sind mit Blick auf die betriebliche Praxis im Einzelfall möglich, wenn die Getrennthaltung technisch nicht möglich ist, die Getrennthaltung wirtschaftlich nicht zumutbar ist, eine kleine Menge eine Vermischung mit Restabfall aus privaten Haushaltungen rechtfertigt oder die gemischten Abfälle – mit Ausnahme organischer Abfälle – anschließend in einer Vorbehandlungsanlage gemäß § 4 der Verordnung weitgehend in gleicher Menge oder stofflicher Reinheit wieder aussortiert und stofflich oder energetisch verwertet werden können (§ 3 Abs. 2). Ein Abfallgemisch, bestehend aus gut brennbaren Materialien (Papier, Kunststoff, Holz mit einem Heizwert von über 11.000 kJ /kg) – unter Ausschluss von Glas, Metall, mineralischen Abfällen, Restmüll, biologisch abbaubaren Küchen- oder Grünabfällen – darf ohne vorherige Vorbehandlung einer energetischen Verwertung zugeführt werden (§ 6 GewAbfV). Das oben benannte Manko, dass die Getrennthaltung nicht die einzelne Kunststoffsorte betrifft, besteht auch hier.

Die nachfolgende Übersicht zeigt die Abfallfraktionen, für die die Gewerbeabfallverordnung eine Getrennthaltungspflicht vorsieht (§ 3 Abs. 1 GewAbfV) oder die als Gemische erfasst werden dürfen (§ 4 Abs. 1 GewAbfV):

Tabelle 31: Getrennthaltungspflicht je nach Abfallfraktionen nach der GewAbfV

Abfälle nach § 3 Abs. 1 GewAbfV (die „trockenen“ Wertstoffe dieser Kategorie dürfen auch zusammen erfasst werden)	Abfälle nach § 4 Abs. 1 GewAbfV
1. Papier und Pappe (AVV 20 01 01) 2. Glas (AVV 20 01 02) 3. Kunststoffe (AVV 20 01 39) 4. Metalle (AVV 20 01 40) 5. Biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle (AVV 20 01 08) 6. Biologisch abbaubare Garten- und Parkabfälle (AVV 20 02 01) 7. Marktabfälle (AVV 20 03 02)	1. Papier und Pappe 2. Glas 3. Bekleidung 4. Textilien 5. Holz (ohne gefährliche Inhaltsstoffe) 6. Kunststoffe 7. Metalle 8. Gummi 9. Kork und 10. Keramik sowie 11. andere Abfälle (Anhang der VO):

⁵² GewAbfV, v. 24.06.2002, BGBl. I S. 1938, zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 23 des Gesetzes vom 24. 02.2012, BGBl. I S. 212.

- **Kunststoffabfälle**

[Herkunft HZVA von Kunststoffen oder Landwirtschaft/Gartenbau/Forsten etc. (ohne Verpackungen) oder mechanische Formgebung und Oberflächenbehandlung von Kunststoffen (nur Späne)]

- Rinden-/Korkabfälle, Sägemehl, Späne, Holzabschnitte, Spanplatten, Furniere, Holz (jeweils ohne gefährliche Stoffe) [Herkunft Holzbearbeitung, Möbel- und Plattenherstellung]

- Unbearbeitete oder verarbeitete Textilfaserabfälle [Herkunft Textilindustrie]

- Verpackungen aus Papier, **Kunststoff**, Holz, Metall, Verbunden, Glas, Textilien und gemischte Verpackungen

Der Abfallerzeuger muss nach der GewAbfV eine Reihe von Auflagen erfüllen. So muss er u.a. eine getrennte Erfassung von bestimmten Wertstoffen gewährleisten (§ 3 Abs. 1 bzw. § 8 Abs. 1) oder die erzeugten Wertstoffgemische (§ 4 Abs. 1 bzw. § 8 Abs. 4) unmittelbar einer Vorbehandlungsanlage zuführen.

Die Bau- und Abbruchabfälle enthalten folgende Materialfraktionen:

Tabelle 32: Materialfraktionen der Bau- und Abbruchabfälle (§ 8 GewAbfV)

Abfälle nach § 8 Abs. 1	Abfälle nach § 8 Abs. 4
1. Glas (AVV 17 02 02)	1. Holz
2. Kunststoffe (AVV 17 02 03)	2. Glas
3. Metalle (einschl. Legierung) (AVV 17 04 01-17 04 07 / 17 04 11)	3. Kunststoffe
4. Beton* (AVV 17 01 01)	4. Kupfer, Bronze, Messing, Aluminium
5. Ziegel* (AVV 17 01 02)	Blei, Zink, Eisen und Stahl, Zinn, jeweils einschließlich Legierungen sowie gemischte Metalle
6. Fliesen, Ziegel und Keramik* (AVV 17 01 03)	5. Kabel (ohne Öl und Kohlenteeer)
7. Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik* (AVV 17 01 07)	6. Beton
* Die Materialien dürfen keine gefährlichen Stoffe enthalten.	7. Ziegel
	8. Fliesen, Ziegel und Keramik
	9. Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik
	Die Abfälle nach § 8 Abs. 4 dürfen keine gefährlichen Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sein.

Darüber hinaus sind auch gemischt anfallende Bau- und Abbruchabfälle nach Abfallschlüssel 17 09 04 von der Verordnung betroffen. Sie bestehen zumeist überwiegend aus mineralischen Bauabfallfraktionen.

Die Gewerbeabfallverordnung ist von Anfang an nicht ohne Kritik geblieben. So wurde u.a. seitens einer Bundestagsfraktion (Deutscher Bundestag 2004) bereits 2004 versucht, die Verordnung wieder abzuschaffen und die enthaltenen Pflichten in das Gesetz (damals das KrwG/AbfG) zu re-integrieren. Zur Begründung wurde ausgeführt, die „Gewerbeabfallverordnung habe die Anforderungen an die

Entsorgung betrieblicher Abfälle durch die Einführung komplizierter und aufwändiger Getrennthaltungs-, Verwertungs- und Dokumentationsvorschriften erheblich verschärft“ (Deutscher Bundestag 2004, 4). Dieser Vorstoß wurde von den anderen Fraktionen abgelehnt.

In einer im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellten Studie zum Aufkommen, Verbleib und der Ressourcenrelevanz von Gewerbeabfällen (Dehne et al. 2011) wurden folgende Schwachstellen der GewAbfV identifiziert.

- ▶ Es existieren keine wirksamen Kontrollen der abfallerzeugenden Betriebe hinsichtlich der Getrennthaltung der gewerblichen Siedlungsabfallfraktionen.
- ▶ Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle werden durch den Abfallerzeuger unterschiedlichen Abfallschlüsseln gemäß Abfallverzeichnisverordnung zugeordnet. Das ist auf das Versäumnis, den Gemischen gemäß § 4 Abs. 1 GewAbfV oder gemäß § 6 GewAbfV unmissverständliche Definitionen zu zuordnen, zurückzuführen.
- ▶ Die GewAbfV fordert bei der Abfallanlieferung an eine Vorbehandlungsanlage die Unterscheidung in drei Gemische unterschiedlicher Zusammensetzung, diese getrennt zu halten, getrennt vorzubehandeln und getrennt zu bilanzieren. Dieses Vorgehen ist allein durch eine Inaugenscheinnahme der angelieferten Abfälle nicht möglich und somit nicht praktikabel.
- ▶ Die Kontrolle der Vorbehandlung durch die Vollzugsbehörden wird in den einzelnen Bundesländern uneinheitlich vollzogen.
- ▶ Der vorgeschriebenen Verwertungsquote von 85 % fehlt eine Lenkungsfunktion, da in die Berechnung dieser Quote u.a. die Abfallmenge eingeht, die einer energetischen Verwertung zugeführt wird.

Das BMUB hat mittlerweile einen Arbeitsentwurf für die Novelle der Gewerbeabfallverordnung vorgelegt, in dem verschiedene dieser Punkte adressiert werden:

- ▶ Ausbau der Getrennterfassung beim Abfallerzeuger
- ▶ Dokumentationspflichten für den Fall des Abweichens von der Getrennthaltungspflicht (Abweichung möglich, soweit Getrennterfassung technisch oder wirtschaftlich nicht möglich)
- ▶ Einschränkung der gemischten Erfassung
- ▶ Bioabfalltonne im Gewerbe beibehalten
- ▶ Weitgehende Getrennthaltungspflichten für Bau- und Abbruchabfälle beim Rückbau, insbesondere für Gipsabfälle
- ▶ Vorbehandlungspflichten für gemischt erfasste Abfälle
- ▶ Vorgabe technischer Mindeststandards für Sortieranlagen
- ▶ Sortierquote von 85 % der Eingangsmenge
- ▶ Recyclingquote von 50 %
- ▶ Stringentere Kontroll- und Nachweispflichten für Betreiber von Sortieranlagen

Verpackungen

In der **Verpackungsverordnung**⁵³ ist in § 6 ebenfalls ein Getrennthaltungsgebot für den Bereich der Leichtverpackungen geregelt. Abs. 4 bietet darüber hinaus die Möglichkeit, neben Leichtverpackungen auch stoffgleiche Nichtverpackungen zu erfassen. Nach § 5 Abs. 3 VerpackV ist der Vertreiber ist verpflichtet, in der Verkaufsstelle oder auf dem zur Verkaufsstelle gehörenden Gelände geeignete

⁵³ Vom 21.08.1998, BGBl. I S. 2379, zuletzt geändert durch die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 19 des Gesetzes vom 24.02.2012, BGBl. I S. 212.

Sammelgefäße zur Aufnahme der Umverpackungen für den Endverbraucher gut sichtbar und gut zugänglich bereitzustellen. Dabei ist eine Getrennthaltung einzelner Wertstoffgruppen sicherzustellen, soweit dies ohne Kennzeichnung möglich ist.

Altfahrzeugbestandteile

Auf europäischer Ebene gilt die Richtlinie 2000/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18.09.2000 über **Altfahrzeuge** (ABl. Nr. L 269 S. 34), die zuletzt durch Art. 1 ÄndRL 2011/37/EU vom 30. 03. 2011 (ABl. Nr. L 85 S. 3) geändert wurde. Zum 01.01.2015 muss die Wiederverwendung und die Rückgewinnung von Fahrzeugmaterialien (inklusive Kunststoff) auf einen Anteil von mindestens 95 % (gemessen am Durchschnittsgewicht per Fahrzeug und Jahr) gestiegen sein. Die Vorgaben der Richtlinie sind nicht materialspezifisch, jedoch wird man aufgrund des steigenden Kunststoffanteils in den Fahrzeugen die Rückgewinnung von Kunststoff in diesem Sektor intensivieren müssen, um die Ziele erreichen zu können.

Nach der deutschen **Altfahrzeug-Verordnung** (AltfahrzeugV, neugefasst durch Bek. v. 21.6.2002, BGBl. I S. 2214; zuletzt geändert durch Art. 5 Abs. 18 G v. 24.2.2012, BGBl. I S. 212) gelten Getrennthaltungsverpflichtungen für große Kunststoffbauteile (z. B. Stoßfänger, Radkappen und Kühlergrille). Hier gibt es allerdings zwei Ausnahmen. Die Pflicht zur Getrennthaltung gilt nicht, wenn die entsprechenden Materialien beim oder nach dem Schreddern in einer Weise getrennt werden, die eine stoffliche Verwertung ermöglicht. Die zweite Ausnahme kommt zum Tragen für kupfer-, aluminium- und magnesiumhaltige Metallbauteile, wenn die entsprechenden Metalle beim oder nach dem Schreddern getrennt werden (Ziff. 3.2.3.3. des Anhangs Anforderungen an die Annahme und Rücknahme von Altfahrzeugen, an die ordnungsgemäße und schadlose Verwertung von Altfahrzeugen und Restkarossen, BGBl. I 2002, S. 2221-2225). Von besonderer Bedeutung im Zusammenhang dieser Untersuchung ist bei der Anfallstelle Altfahrzeuge (vgl. Kapitel 8) insbesondere der stark gestiegene PP-Anteil an den insgesamt eingesetzten Kunststoffen, der derzeit bei ca. 41 % Anteil am Gesamtgewicht aller Kunststoffe liegt. Hier besteht theoretisch eine Chance, die Getrennthaltung auch als Trennung innerhalb der Gruppe der Kunststoffe zu betrachten mit der Folge, dass sie einzelne Kunststoffe betrifft. Dafür müsste jedoch erkennbar sein, um welche Kunststoffsorte es sich handelt. Aus Vollzugssicht ist eine Kontrolle, ob die Sorten auch tatsächlich entsprechend sortiert werden, kaum praktikabel.

Elektro- und Elektronikgeräte

Nach dem bestehenden Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (Elektro- und Elektronikgerätegesetz – ElektroG) haben Besitzer von Elektroaltgeräten, die dem Anwendungsbereich des Gesetzes unterfallen, diese einer vom unsortierten Siedlungsabfall getrennten Erfassung zuzuführen (§ 9 Absatz 1 ElektroG alte Fassung). Derzeit wird das ElektroG zur Umsetzung der Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 04.07.2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (sog. WEEE2-Richtlinie) novelliert; das parlamentarische Gesetzgebungsverfahren ist bereits abgeschlossen, mit einem Inkrafttreten ist noch 2015 zu rechnen. An der Getrennterfassungspflicht ändert sich aber insoweit nichts (§ 10 Absatz 1 Satz 1 ElektroG neue Fassung).

Ergebnis zur Getrennthaltung

Für Kunststoffe gelten derzeit in der GewerbeAbfV, in der VerpackVO sowie für große Kunststoffteile auch in der AltautoVO Getrennthaltungsgebote. Sie gelten allerdings zumindest nach der Gewerbeverordnung und Altautoverordnung mit den Ausnahmen, dass auch Gemische erzeugt werden kön-

nen. Ab dem 1.1.2015 gilt für Kunststoffabfälle das allgemeine Getrennthaltungsgebot. Alle Getrennthaltungsgebote sehen aber noch nicht die Getrennthaltung auch nach Kunststoffsorten vor, was das Recycling einzelner Sorten erschwert bzw. den Einsatz innovativer Sortiertechniken erfordert.

9.4.2.3 Sammlung

Für die Sammlung von Kunststoffabfällen und ihre Überführung in das Recycling ist eine hohe Sammelquote wesentlich.

Grundlagen der Rücknahme- und Rückgabepflichten

Rechtliche Grundlage für die Pflichten zur Rücknahme und Rückgabe ist die durch die Abfallrahmenrichtlinie betonte erweiterte Herstellerverantwortung, die ein Grundprinzip der Abfallbewirtschaftung darstellt. In Deutschland ist die Produktverantwortung bereits seit Jahren geregelt (vgl. den außer Kraft getretenen § 22 KrW-/AbfG). Aktuelle Regelung ist § 23 KrWG. Die in Art. 8 AbfRRL eingeführte erweiterte Herstellerverantwortung trägt der Tatsache Rechnung, dass eine Kreislaufwirtschaft schon in der Produktion der Güter ihren Anfang nehmen muss (Ruffert, B 104, Art. 8 AbfallrahmenRL, Rn. 2). Zwar wird die erweiterte Herstellerverantwortung wie auch die Produktverantwortung im deutschen Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht vor allem dem Vermeidungsgebot zugeordnet. So ordnete etwa Petersen (2009, 1071) die erweiterte Herstellerverantwortung unter die Abfallvermeidung ein. Dafür sprach seinerzeit § 5 Abs. 1 KrW-/AbfG, wonach sich die Pflichten zur Abfallvermeidung insbesondere nach den Rechtsverordnungen zur Umsetzung der Produktverantwortung in §§ 23 f. KrW-/AbfG richteten. Auch § 7 Abs. 1 des geltenden Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG), die Grundpflichten der Kreislaufwirtschaft regelnd, wiederholt diese Sichtweise. Nach dem ausdrücklichen Wortlaut des Art. 8 Abs. 1 AbfRRL bezieht sich die erweiterte Herstellerverantwortung aber auch auf die Verwertung; sie dient „der Verbesserung der Wiederverwendung und der Vermeidung, des Recyclings und der sonstigen Verwertung von Abfällen“. Nach Art. 8 Abs. 2 AbfRRL kann die erweiterte Herstellerverantwortung zudem Auswirkungen auf die Beseitigung von Abfällen haben. Art. 8 AbfRRL ermächtigt die Mitgliedstaaten, Maßnahmen „mit und ohne Gesetzescharakter“ zur Umsetzung der Herstellerverantwortung zu erlassen. Diese sollen sicherstellen, dass jeder Hersteller eines Erzeugnisses, d.h. „jede natürliche oder juristische Person, die gewerbsmäßig Erzeugnisse entwickelt, herstellt, verarbeitet, behandelt, verkauft oder einführt“, eine erweiterte Herstellerverantwortung trägt.

Hervorzuheben im Hinblick auf die Steigerung des Kunststoffrecyclings sind ferner die neuen Ideen der EU-Kommission zur **erweiterten Herstellerverantwortung** (Extended Producer Responsibility – EPR). Das am 2.7.2014 vorgelegte und im Dezember 2014 zurückgezogene Paket der EU-Kommission zur Änderung diverser abfallrechtlicher Richtlinien (Europäische Kommission 2014a) sah vor, dass im Wege der Änderung der Abfallrahmenrichtlinie (Art. 8 Abs. 1 Unterabs. 1a neu und Abs. 3 i.V.m. Anhang VII) zwar den Mitgliedstaaten die Installation von Herstellerverantwortungssystemen überlassen bleiben. Die Kommission wollte aber die Mindestanforderungen an solche Systeme spezifizieren, wozu ggf. auch die volle Kostenübernahme für die Sammlung und Verwertung durch die Hersteller gehört.⁵⁴ Produkte mit hohem Verschmutzungspotenzial können damit über den ganzen Lebenszyklus hin betrachtet werden.

In Deutschland wurde die schon im alten Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz in § 22 Abs. 1 vorgesehene Produktverantwortung über Verordnungsermächtigungen (§ 23 KrW-/AbfG) konkretisiert. §

⁵⁴ Der Vorschlag der Kommission (Europäische Kommission 2014a, 15) lautet: „(1a) Die erweiterte Herstellerverantwortung bedeutet, dass die betriebliche und/oder finanzielle Verantwortung des Herstellers für ein Erzeugnis auf die Phase des Lebenszyklus des Erzeugnisses ausgeweitet wird, die auf die Nutzung folgt;“

24 KrW-/AbfG enthielt Rücknahme- und Rückgabepflichten. Zu nennen war auch § 25 KrW-/AbfG mit seiner Möglichkeit von Zielfestlegungen durch die Bundesregierung zur freiwilligen Rücknahme von Abfällen. Das neue Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) hat daran nichts geändert. Zusätzlich enthält § 25 Abs. 2 KrWG (Rücknahme- und Rückgabepflichten) nunmehr eine Verordnungsermächtigung zur Einführung einer einheitlichen Wertstofftonne oder eine einheitliche Wertstoffeffassung in vergleichbarer Qualität:

„Durch Rechtsverordnung nach Absatz 1 kann zur Festlegung von Anforderungen nach § 23 sowie zur ergänzenden Festlegung von Pflichten sowohl der Erzeuger und Besitzer von Abfällen als auch der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger im Rahmen der Kreislaufwirtschaft weiter bestimmt werden, (...)“

3. auf welche Art und Weise die Abfälle überlassen werden, einschließlich der Maßnahmen zum Bereitstellen, Sammeln und Befördern sowie der Bringpflichten der unter Nummer 2 genannten Besitzer von Abfällen; für die in Halbsatz 1 genannten Tätigkeiten kann auch eine einheitliche Wertstofftonne oder eine einheitliche Wertstoffeffassung in vergleichbarer Qualität vorgesehen werden, (...)“

Damit in Zusammenhang steht die Verordnungsermächtigung in § 10 Abs. 1 Nr. 3 KrWG. Danach wird die Bundesregierung u.a. ermächtigt,

„3. Anforderungen an das Bereitstellen, Überlassen, Sammeln und Einsammeln von Abfällen durch Hol- und Bringsysteme, jeweils auch in einer einheitlichen Wertstofftonne oder durch eine einheitliche Wertstoffeffassung in vergleichbarer Qualität gemeinsam mit gleichartigen Erzeugnissen oder mit auf dem gleichen Wege zu verwertenden Erzeugnissen, die einer verordneten Rücknahme nach § 25 unterliegen, festzulegen, (...)“

Damit sind bundesrechtlich die Voraussetzungen für die Verwertung stoffgleicher Nichtverpackungen geschaffen worden. Die Bundesregierung hat allerdings von dieser seit 2012 bestehenden Verordnungsermächtigung, die Ergebnis eines komplizierten politischen Aushandlungsprozesses war (Frenz 2013, § 10 Rdnr. 8 ff.) noch keinen Gebrauch gemacht.

Schon auf der Basis der §§ 22 ff. des KrW-/AbfG erließ die Bundesregierung zur Umsetzung der Produktverantwortung die Verpackungsverordnung (VerpackV v. 21.08.1998, BGBl. I S. 2379, zuletzt geändert durch Verordnung v. 02.04.2008, BGBl. I S. 531). Auf die diversen Rücknahmepflichten nach der VerpackV, u.a. für Transport-, Verkaufs- und Umverpackungen, ist oben im Zusammenhang mit der Prüfung einer etwaigen Pflicht zur Getrennthaltung von Kunststoffabfällen bereits hingewiesen worden (vgl. Kap. 9.4.2.2). Im gleichen Kontext steht auch die Verordnung über die Überlassung, Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen⁵⁵ durch die die Altfahrzeug-Richtlinie 2000/53/EG (v. 18.09.2000 über Altfahrzeuge, ABl. EG L 296/34 v. 21.10.2000) umgesetzt wird. Gleiches gilt für die Verordnung über die Rücknahme und Entsorgung gebrauchter Batterien und Akkumulatoren mit seinen Rücknahmepflichten der Hersteller für Altbatterien⁵⁶ sowie das Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und

⁵⁵ Altfahrzeug-Verordnung, AltfahrzeugV, v. 04.07.1997, BGBl. I S. 2214, zuletzt geändert durch Artikel 17 des Gesetzes v. 31.07.2009, BGBl. I S. 2585.

⁵⁶ Batterieverordnung, BattV, BGBl. Nr. 33 v. 09.07.2001, S. 1486 (später das Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Batterien und Akkumulatoren, Batteriegesetz – BattG), v. 25.06.2009, BGBl. I S. 1582),

Elektronikgeräten.⁵⁷ Letzteres enthält Rücknahme- und Verwertungspflichten für Elektro- und Elektronik-Altgeräte, wodurch die Richtlinie 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (v. 27.01.2003 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte, sog. WEEE-Richtlinie, ABl. EU L 37/24 v. 13.02.2003) bzw. die Richtlinie 2002/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates v. 27.01.2003 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (sog. RoHS-Richtlinie, ABl. EU L 37/19 v. 13.02.2003) in nationales Recht umgesetzt werden.

Wertstofffassungssysteme

Einige Städte sehen – soweit es sich um private Haushaltungen handelt – im Rahmen der sog. **Wertstofftonnen** die gemeinsame Sammlung von Leichtverpackungsabfällen mit stoffgleichen Nichtverpackungsabfällen vor. Beispielsweise verpflichtet die Hamburgische Verordnung über die getrennte Erfassung von verwertbaren Abfällen in der Hamburger Wertstofftonne (Verordnung zur Hamburger Wertstofftonne – HWTVO (v. 21.12.2010, HmbGVBl. S. 710, 712) in § 3 Abfallbehälterbenutzer, soweit es sich um private Haushaltungen handelt und sie an das haushaltsnahe Erfassungssystem angeschlossen sind, zur getrennten Sammlung von mülltonnengängigen, nicht verunreinigten Gegenständen, die zu mehr als 50 Masseprozent aus Kunststoff oder Metallen bestehen (§ 2). Elektroaltgeräte und Kraftfahrzeug-Bauteile sind ausgenommen. Die Erfassung erfolgt im Wege der Miterfassung durch zugelassene Duale Systeme. Hierzu wurde die sog. Gelbe Tonne für Verpackungen auch für Nichtverpackungen aus Kunststoffen und Metallen geöffnet. Der Vorteil dieses Erfassungssystems besteht darin, dass aus Sicht des Bürgers die oft nicht nachvollziehbare Unterscheidung zwischen Verpackungen (gelber Sack) und Nichtverpackungen (Reststofftonne) der Vergangenheit angehört.

Solche Wertstofftonnen sind allerdings noch längst nicht flächendeckend installiert. Das BMUB hat seit 2012 den Entwurf eines Wertstoffgesetzes angekündigt, etwa im vom Bundeskabinett beschlossenen Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) (BMU 2012, 50). Ein BMUB-Vertreter (Wendenburg, 2012) sah drei Kernregelungen: „eine neue Methodik zur Quotenermittlung, außerdem "atmende" Quoten, die sich automatisch an das technisch Machbare anpassen, und die Einrichtung einer gemeinsamen Stelle nach dem Vorbild der Stiftung Elektroaltgeräte-Register.“ Ein Thesenpapier wurde vorgestellt. Zudem wurde bis Ende August 2012 ein Bürgerdialog durchgeführt. Streitpunkt in der folgenden politischen Debatte war die Reichweite der Verankerung einer kommunalen Zuständigkeit für die Wertstofftonne und deren Zugriff auf die Wertstofflöse. Das Wertstoffgesetz steht in der 18. Legislaturperiode des Deutschen Bundestages weiterhin auf der Tagesordnung. Am 12.06.2015 haben sich nun die Koalitionsfraktionen auf Eckpunkte für ein Wertstoffgesetz geeinigt.

Ergebnis zur Sammlung

Als Defizite beim Anfall von Kunststoffabfällen können im Hinblick auf die angestrebte Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen, insbesondere von Sekundärkunststoffen, folgende drei Hauptschwachpunkte festgehalten werden:

- ▶ Rücknahmepflichten für Verkaufsverpackungen, die nicht beim privaten Endverbraucher anfallen (§ 7 VerpackV) beinhaltet keine Pflicht zur Getrennthaltung von Kunststoffabfällen.
- ▶ Fehlen eines Wertstoffgesetzes bzw. verordnungsrechtlicher Vorgaben für die Wertstofffassung (vgl. die Verordnungsermächtigung in § 10 Abs. 1 Nr. 3 KrWG)

⁵⁷ Elektro- und Elektronikgerätegesetz, ElektroG, v. 16.03.2005, BGBl. I S. 762, zuletzt geändert durch Gesetz v. 31.07.2009, BGBl. I S. 2585.

- Nur mittelbare Unterstützung der Erhöhung der kunststoffspezifischen Recyclinganteile aus der Elektroaltgeräteentsorgung durch die im ElektroG vorgegebenen Quotierungen nach Gerätekategorien, da sie sich nicht auf die Menge enthaltener Kunststoffe, sondern immer auf die insgesamt der Verwertung zugeführte Menge in einer Kategorie beziehen.

9.4.3 Behandlung mit dem Ziel der Verwertung

9.4.3.1 Grundlagen des Kunststoffrecyclings

Ein wesentliches Ordnungsprinzip der europäischen Abfallrahmenrichtlinie ist die sog. **Abfallhierarchie**. In Art. 4 AbfRRL wurde die bisherige dreistufige Abfallhierarchie (Vermeidung – Verwertung – Beseitigung) durch eine fünfstufige abgelöst. Dabei wird die Verwertung in drei Teile unterteilt, so dass sich die folgende Reihenfolge ergibt: Vermeidung – Vorbereitung zur Wiederverwendung – Recycling – sonstige Verwertung, z.B. energetische Verwertung – Beseitigung. Nach Art. 4 Abs. 2 Satz 1 der Richtlinie treffen die Mitgliedstaaten bei der Anwendung der Abfallhierarchie „Maßnahmen zur Förderung derjenigen Option, die insgesamt das beste Ergebnis unter dem Aspekt des Umweltschutzes erbringt.“ Die Hierarchie ist also detaillierter, aber weniger verbindlich als zuvor (Waggershauser 2008, 51). Dies wird auch durch Art. 4 Abs. 2 Satz 2 AbfallRRL verdeutlicht, wonach es erforderlich sein kann, für „bestimmte Abfallströme von der Abfallhierarchie ab[zu]weichen, sofern dies durch Lebenszyklusdenken hinsichtlich der gesamten Auswirkungen der Erzeugung und Bewirtschaftung dieser Abfälle gerechtfertigt ist.“ Andererseits spricht der Erwägungsgrund 31 der AbfallRRL von einer „Prioritätenreihenfolge“.

Inwieweit die fünfstufige EU-Abfallhierarchie demnach eher im Sinne eines „Leitsatzes“ für die Mitgliedstaaten gedacht und mit der jeweils gebotenen Flexibilität umgesetzt werden kann (Petersen 2009, 1067) oder sie als rechtlich verbindliches Prinzip zu verstehen ist, ist in der Rechtssetzung nicht eindeutig: Tatsächlich hat die EU zwar u.a. bereits 1996 den Vorrang des Materialrecyclings vor der Abfallverbrennung anerkannt; jedoch wird dennoch (z.B. in der Abfallverbrennungsrichtlinie 2000/76/EG oder auch in der IED 2010/75/EU) die Rolle von Abfällen als einem preiswerten Brennstoff betont (Krämer 2012, No. 10-06). Die Frage ist auch in der Rechtsprechung des EuGH⁵⁸ nicht in wünschenswerter Klarheit entschieden sowie in der Praxis der Kommission nicht hinreichend klargestellt (European Commission 2012, unter 3.3. „priority order“; „degree of flexibility“). Auch im rechtswissenschaftlichen Schrifttum herrscht soweit ersichtlich nach wie vor Streit: Während teilweise zumindest der Vorrang der Vermeidung vor der Verwertung und der der Verwertung vor der Beseitigung (wenn auch mit geregelten Ausnahmen) für normativ verbindlich vorgeschrieben gehalten wird (Ruffert 2009; Petersen 2006, 103, Epiney 2013, Kapitel 9 Rdnr. 107; Epiney/Heuck 2011, Art. 4 Rdnr.

⁵⁸ Der EuGH hat die Hierarchie allerdings bisher ohne weiteres angewendet. Vgl. EuGH, Urte. v. 11.09.2008 – C-1025/07 („Gävle Kraftvärme AB gegen Länsstyrelsen i Gävleborgs län.“) zur Mitverbrennung von Abfällen, Slg. 2008 Seite I-07047; EuGH, Urte. v. 26.09.2013 – C-195/12, NVwZ 2013, 1468 =EnWZ 2013, 547 Ziff. 78: „Überdies umfassen die verschiedenen in Art. 2 Buchst. b der Richtlinie 2001/77 aufgeführten Biomassekategorien u. a. verschiedene Arten von Abfällen. Im achten Erwägungsgrund der Richtlinie 2001/77 ist hierzu zudem ausgeführt, dass die Unterstützung der Mitgliedstaaten zugunsten erneuerbarer Energiequellen mit anderen gemeinschaftlichen Zielsetzungen der Union übereinstimmen sollte, insbesondere mit Blick auf die Abfallhierarchie. Unstreitig ist z. B., dass in Anbetracht dieser Hierarchie, wie sie zuletzt in Art. EWG_RL_2008_98 Artikel 4 der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19.11.2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien (ABl. L 312, S. 3) präzisiert worden ist, Stoffe wie der biologisch abbaubare Anteil von Abfällen aus Industrie und Haushalten, die im Wesentlichen entweder zur Beseitigung oder zur energetischen Verwertung insbesondere durch Kraft-Wärme-Kopplung bestimmt sind, weder als mit Holz, das geeignet ist, als Rohstoff eingesetzt zu werden, noch mit Holzabfällen vergleichbar angesehen werden können, da diese in den entsprechenden Industriezweigen wiederverwendet oder wiederverwertet werden können und einer solchen Verarbeitung im Rahmen dieser Hierarchie gegenüber der energetischen Verwertung möglicherweise der Vorzug zu geben ist.“

175; Beckmann 2010, 56; Wittmann 2010, 277), sehen andere keine oder nur eine geringe rechtliche Bindungswirkung (Krämer 2010, 4; Faßbender 2011, 167). So zeige das Abfallvermeidungsgebot „their vague and general character of mainly promotional character“ (Krämer 2012). Oder es werden Kunstbegriffe ohne fundierte Aussage verwendet, wenn von einer Zielnorm (Petersen/Dokument/Stöhr 2009, 524) gesprochen wird.

Unter Ressourcenschutzaspekten wäre es sehr sinnvoll, die „Prioritätenreihenfolge“ so zu verstehen, dass „auf der Ebene des Unionsrechts unzweifelhaft ein hierarchisches Rangverhältnis normiert“ (Jacobij/Ramin 2014, 655) wurde. Dafür spricht bereits der Wortlaut, der im Erwägungsgrund 31 und in der Überschrift den Prioritätenbegriff („priority order“) verwendet (Versteyl 2012, § 6 Rn. 39; Schäfer 2014, § 6 Rn. 6; Reese 2014, § 6 Rn. 20; Jacobij/Ramin 2014, 655). Dieser liegt näher an der allgemeinen Regel als am bloßen Leitprinzip (Krahnefeld/Conzelmann 2012, 18). Es wird „im Allgemeinen eine Prioritätenfolge dafür festgelegt, was ökologisch gesehen die beste abfallrechtliche und abfallpolitische Option ist“ (Erwägungsgrund 31). Das belegt den Zweck einer Regel-Ausnahme-Vorschrift (Reese 2014, § 6 Rn. 40; Jacobij/Ramin 2014, 655). So ist der Weg versperrt, die Verbindlichkeit anzuzweifeln und dann sofort auf die Ausnahmeregelungen zu springen. Die „Hierarchie insgesamt unter dem Vorbehalt der ökologisch-ökonomisch-sozialen Optimierung“ (Petersen/Dokument/Stöhr 2009, 524) zu sehen, steht nicht im Einklang mit der europäischen Normierung. Mit der neuen Abfallhierarchie wird mithin der Abfallvermeidung, der Wiederverwendung und dem Recycling gegenüber der sonstigen Verwertung, einschließlich der energetischen Verwertung, und der Beseitigung Vorrang eingeräumt. Diese Vorrangregelung stellt somit Wiederverwendung und Recycling auch von Kunststoffabfällen in den Vordergrund. Insbesondere soll mit dem Ziel des Ressourcenschutzes ein Vorrang vor der Verbrennung von Kunststoffabfällen oder ihrer simplen Deponierung aufgestellt werden. Letztere ist insbesondere in neu beigetretenen EU-Mitgliedsländern noch zulässig und üblich.

Intensiv wird in diesem Zusammenhang auch das End-of-the-waste-Kriterium für Kunststoffe diskutiert. Branchenvertreter der Altkunststoffindustrie beklagen, dass der eigentliche Sinn dieses Kriteriums, nämlich das Recycling in einem frühen Stadium zuzulassen, offenbar nicht erreicht wird. Richtigerweise geht es aber nicht darum, wann ein Recycling zugelassen wird, sondern um den Zeitpunkt, ab wann aus einem Abfall wieder ein Produkt wird. Recyclingverfahren sind hierfür, also für das Ende der Abfalleigenschaft, eine wesentliche Voraussetzung, wie Art. 6 der Abfallrahmenrichtlinie deutlich macht. Danach sind „bestimmte festgelegte Abfälle (...) nicht mehr als Abfälle im Sinne von Artikel 3 Buchstabe a anzusehen, wenn sie ein Verwertungsverfahren, wozu auch ein Recyclingverfahren zu rechnen ist, durchlaufen haben und spezifische Kriterien erfüllen (...)“.

Zu lange, so die Kritik, werde an der Abfalleigenschaft festgehalten, was zu einer Belastung der Kunststoffrecyclingunternehmen führe. Das Ende der Abfalleigenschaft sei nicht genau genug definiert (s. auch das Ergebnis der Fragebogenaktion dieses Projektes, wonach 29 % der Befragten „unklare Vorgaben zum Ende der Abfalleigenschaft“ beklagen). Die EU-Kommission hat im Institute for Prospective Technical Studies (IPTS) in Sevilla/Spanien Vorschläge für Kriterien zum Ende der Abfalleigenschaft von Kunststoffe erarbeiten lassen. Der Bericht „End-of-waste Criteria for Waste Plastic for Conversion – Technical Proposals (Europäische Kommission 2014c) liegt seit Oktober 2014 vor. Die End-of-Waste-Problematik wirkt sich ebenfalls aus, wenn ein angefallener Kunststoffabfall vom Produzenten als Nebenprodukt (by-product) und nicht als Abfall bezeichnet wird. Im Lichte des Art. 5 der Abfallrahmenrichtlinie wird argumentiert, dass die End-of-waste-Kriterien so lange nicht anwendbar sind, als das Nebenprodukt selbst später zum Abfall wird. Dabei ist der By-product Status bei näherem Hinsehen keine Alternative zur Einstufung als Abfall. Das liegt daran, dass die Kriterien für Nebenprodukte strenger sind als die für den End-of-waste-Bereich: Art. 5 (b) und Art. 5 (c), der EU-Abfallrahmenrichtlinie sind nicht auf „End-of-waste“ anwendbar und verlangen hohe Qualitätsanforderungen.

Über das Thema des Endes der Abfalleigenschaft hinaus fehle, so Kritik aus der Branche der Kunststoffrecycler, eine (europäische) Kunststoffverordnung, die verbindliche Kriterien enthalte. Hierzu ein Branchenvertreter (Bvse-Hauptgeschäftsführer Rehbock, zit. in: Müller-Wondorf 2012): Der Schlüssel zu einer besseren Regelung des „End-of-the-Waste“ wird in der Festlegung anderer zulässiger Fremdstoffanteile gesehen. Der derzeit angestrebte Fremdstoffanteil (im Sinne von Nicht-Kunststoff-Komponenten) von $\leq 2\%$ sei für bestimmte Rezyklate (z.B. Agglomerate) unrealistisch. Das Abfallende sei richtigerweise dann erreicht, so hieß es aus einem Branchenverband (Textor, Vorsitzender des Fachverbandes Kunststoffrecycling im Bvse, zit. in: Müller-Wondorf, 2012), wenn die gewonnenen Rezyklate direkt bei den Kunststoffverarbeitern als Neuwaren-Substitut eingesetzt werden können.

Für das eigentliche Recycling als Unterfall der Verwertung finden sich in der Abfallrahmenrichtlinie konkrete Vorgaben. Art. 11 AbfRRL enthält zum Teil detaillierte Regelungen zur Wiederverwendung und zum Recycling. In Abs. 1 werden den Mitgliedstaaten u.a. Maßnahmen zur Förderung der Wiederverwendung von Produkten, z.B. durch Wiederverwendungs- und Reparaturnetze, durch Einsatz wirtschaftlicher Instrumente oder durch quantitative Ziele auferlegt. Zur „Förderung eines qualitativ hochwertigen Recyclings“ sollen die Mitgliedstaaten bis 2015 die Getrenntsammlung von Papier, Metall, Kunststoffen und Glas einführen, „soweit sie technisch, ökologisch und ökonomisch durchführbar“ und zur Erreichung der erforderlichen Qualitätsniveaus geeignet ist.

Eine europarechtliche Spezialregelung für den Umgang mit recyceltem Kunststoff enthält die am 17.04.2008 in Kraft getretene VO (EG) Nr. 282/2008 (EG-Recycler KunststoffVO). Sie enthält neben Begriffsbestimmungen (Art. 2) in den Artikeln 4 ff. Bedingungen für die Zulassung von Recyclingverfahren. Gegenstand sind Verfahrensregelungen für die Beantragung der Zulassung von Recyclingverfahren und Stellungnahme der Behörde (Art. 5), die Zulassung von Recyclingverfahren (Art. 6) einschließlich der Verpflichtungen aufgrund der Zulassung (Art. 7). Ein Gemeinschaftsregister (Art. 9) sowie die daraus folgende amtliche Kontrolle (Art. 10) ergänzen die Regelungen. Sowohl für die Zulassung von Recyclingverfahren als auch für den Handel mit und die Verwendung von recyceltem Kunststoff werden Übergangsvorschriften vorgesehen (Art. 13, 14). Detailregelungen enthalten Anhang I (Zusätzliche Angaben in der Konformitätserklärung) sowie Anhang II (Änderung des Anhangs der Verordnung (EG) Nr. 2023/2006).

Das **Kreislaufwirtschaftsgesetz** (KrWG, vom 24.02.2012⁵⁹) greift die Impulse, die von der modifizierten Abfallrahmenrichtlinie ausgegangen sind, auf und setzt die Rahmenbedingungen für das Kunststoffrecycling in Deutschland.

Der Zweck des KrWG ist die Förderung der Kreislaufwirtschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen (§ 1 KrWG). Der Geltungsbereich erstreckt sich u.a. auf die Verwertung von Abfällen (§ 2 KrWG), zu der auch das Recycling von Kunststoffabfällen zählt (§ 3 Abs. 25). Als einer der bedeutsamen Punkte der Kreislaufwirtschaft ist das Lebenszykluskonzept hervorzuheben, das in § 6 Abs. 2 KrWG genannt ist.

Die als Leitkonzept (Frenz 2013, § 6 Rn.) zu verstehende abfallrechtliche Zielhierarchie in § 6 KrWG folgt der durch die EU-Abfallrahmenrichtlinie vorgegebenen fünfstufigen Form. Danach kommt nach der Abfallvermeidung (1) und der Vorbereitung zur Wiederverwendung (2) das Recycling (3). Erst an vorletzter Stelle rangiert die sonstige Verwertung (4), zu der auch die energetische Verwertung zählt, gefolgt von der Beseitigung (5). Die Hierarchie wird im KrWG in § 7 durch Grundpflichten der Kreislaufwirtschaft konkretisiert. Nach dem Verständnis der Gutachter macht die neue Abfallhierarchie

⁵⁹ BGBl. I S. 212, zuletzt geändert durch Gesetz vom 22.5.2013, BGBl. I S. 1324, ber. 7.10.2013, BGBl. I S. 3753.

den Vorrang des Recyclings zum Regelfall – die Abweichung zur rechtfertigungsbedürftigen Ausnahme.

§ 8 Abs. 2 KrWG enthält für die Bundesregierung den Auftrag, durch Rechtsverordnung für bestimmte Abfallarten den Vorrang oder Gleichrang einer Verwertungsmaßnahme zu bestimmen und Anforderungen an die Hochwertigkeit der Verwertung festzulegen. Hierbei sind ökobilanzielle Überlegungen anzustellen. Eine derartige Verordnung existiert derzeit noch nicht. In einem UBA-Forschungsprojekt wird dies aktuell für gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle untersucht („Stoffstromorientierte Lösungsansätze für eine hochwertige Verwertung von gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen“, FKZ 3712 93 312). Mit dem Erlass einer solchen Verordnung können durchaus Impulse für die Änderungen der Verwertungspraxis von Kunststoffabfallunternehmen erwartet werden.

§ 8 Abs. 3 KrWG definiert das Rangverhältnis zwischen energetischer Verwertung und Recycling. So ist – vorbehaltlich einer präzisen Regelung in einer Rechtsverordnung – anzunehmen, dass die energetische Verwertung der stofflichen gleichwertig ist, wenn der Heizwert des einzelnen Abfalls (ohne Vermischung mit anderen Stoffen) mindestens 11.000 KJ/kg beträgt. Etwa die Verbrennung sortenreiner PET-Flaschen – danach zulässig – ist aus Gründen des Ressourcenschutzes zu hinterfragen. Es ist fraglich, ob der Bund die Vorgaben der Abfallrahmenrichtlinie mit ihrer klar geregelten Abfallhierarchie damit korrekt umgesetzt hat.

Eine besondere Bedeutung für das Kunststoffrecycling hat die in § 14 KrWG vorgesehene Förderung des Recyclings sowie der sonstigen stofflichen Verwertung. Hierzu ist u.a. für Kunststoffabfälle ein Gebot zur getrennten Sammlung ab dem 1. Januar 2015 vorgesehen (§ 14 Abs. 1 KrWG). Bei dieser Erforderlichkeit der Getrenntsammlung und -haltung sind die deutschen Vorschriften mit ihren strenger Anforderungen als die EU-Anforderungen verstärkte Schutzmaßnahmen gem. Art. 193 AEUV (Kropp 2012, 475). Forderungen in der Literatur (Kropp 2012, 479), diese abstrakten Begriffe vollzugsfähig zu konkretisieren und hierzu Festlegungen in Rechtsverordnungen nach § 10 Absatz 1 Nr. 2 sowie § 16 Satz 1 Nr. 1 KrWG zu treffen, erscheinen sachgerecht.

9.4.3.2 Internationale Regelungen zum Kunststoffrecycling

Ein Recyclingverbot für Kunststoffe kann sich aus dem **Stockholmer Übereinkommen** über persistente organische Schadstoffe (Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants Persistent organic pollutants – POP) (BGBl II S. 803 vom 16.04.2002) ergeben. Es schränkt u.a. die Nutzung kommerzieller Flammenschutzmittel wie Penta- und Octabromodiphenylether (PBDE) ein und untersagt ferner das Recycling von Materialien, die POP, wie bestimmte bromhaltige Flammenschutzmittel, enthalten. Innerhalb der EU wird die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von tetra-, penta-, hexa- und hepta-bromdiphenylether durch die POP-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 850/2004) begrenzt. Der Grenzwert für neu auf den Markt gebrachte Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse beträgt 0,001 Gew.-%. Erzeugnisse, die ganz oder teilweise aus Rezyklat bestehen und Elektrogeräte im Sinne der RoHS Richtlinie (Nr. 2011/65/EU) sind, gilt ein Grenzwert von 0,1 Gew.-% für die Marktfähigkeit.

Wie der Entwurf der „Technical Review of the Implications of Recycling Commercial Pentabromodiphenyl Ether and Commercial Octabromodiphenyl“ vom August 2010 (UNEP/POPS/POPRC.6/2) unterstreicht, belasten die genannten Flammenschutzmittel die Herstellung von Recyclingprodukten:

“5. The contamination of a wide range of product streams is now a practical and policy challenge that is likely to be exacerbated by recycling. Recent studies have revealed that plastic from waste electrical and electronic equipment (WEEE) containing PBDE is largely uncontrolled and is found in many recycled products (children’s toys, household goods, video tape casings and electronics).”

In einer Studie von 2012 (Zangl/Blepp/Marquardt u.a., 2012) zu PBDE und PFOS in Recyclingkreisläufen wurde die nationale Umsetzung des Stockholmer Übereinkommens zu persistenten organischen Schadstoffen (POPs), konkret die Existenz von PBDE und PFOS in Erzeugnissen und im Recyclingkreislauf untersucht. Ziel des Projektes war es, verlässliche Daten über das Vorhandensein von PBDE (Tetra-, Penta-, Hexa-, HeptaBDE) und PFOS in Verbraucherprodukten und Erzeugnissen sowie über die Produktion und Verwendung von PFOS in Deutschland zu erhalten.

Zu dem genannten Stoff Pentabromodiphenyl Ether (PBDE) hat das Sekretariat der Stockholm Convention (SSC) im Juli 2012 zudem den Entwurf von Leitlinien in Gestalt der „Guidance on best available techniques and best environmental practices for the recycling and waste disposal of articles containing polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on POPs“ herausgegeben (SSC 2012). Eine weitere Grundlage für Recyclingverbote kann Anhang XVII (Beschränkungen) der REACH-Verordnung (EG/1907/2006) (ABl. Nr. L 396/396-851 vom 30.12.2006) sein, der den Einsatz bestimmter gefährlicher Chemikalien unterbindet.

Recyclingverbote können auch aus dem nationalen Chemikaliengesetz stammen. Beispiel sind Kunststoffrecyclingenerzeugnisse, die polychlorierte Biphenyle enthalten. So wurden etwa aus granulierten Altkabelummantelungen Erzeugnisse hergestellt. Sie sind nach der Alternative 1 der Ziffer 3 der Spalte 2 des Verbotstatbestandes des Abschnitts 13 des Anhangs zu § 1 ChemVerbV nicht verkehrsfähig, denn sie enthalten polychlorierte Biphenyle, mithin Stoffe nach Ziffer 1 der Spalte 2 i. V. mit Ziffer 1 der Spalte 1 des Verbotstatbestandes. Polychlorierte Biphenyle als Stoffe dürfen nicht in den Verkehr gebracht werden (Skolik, UPR 2003, 289; Maaß 1999). Die genannte ChemVerbV basiert auf § 23 Abs. 1 ChemG. Auf die tatsächliche Höhe der PCB-Gesamtbelastung von Erzeugnissen kommt es nicht an. PCB-belastete Zubereitungen sind dem eindeutigen Wortlaut der Ziffer 2 der Spalte 2 des Verbotstatbestandes nach lediglich bis zu einem PCB-Gesamtgehalt von 50 mg/kg verkehrsfähig. Als Zweites Beispiel sollen hier bromierte Flammenschutzmittel (vgl. die Verbote und Ausnahmen nach REACH Anhang XVII für PentaBDE und OctaBDE sowie PFOS) aufgeführt werden, dessen Verwendung vor allem in Elektro- und Elektronikgeräten ebenfalls zum Recyclingverbot von Kunststoffabfällen führt.

9.4.3.3 Grundlagen der Verwertungs- und Recyclingquoten

Verwertungsquoten können sich sowohl auf Produktionsabfälle als auch auf Produktabfälle oder Materialien beziehen. Bei Produktabfällen kann die Bezugsgröße außerdem die in Verkehr gebrachte Menge, die lizenzierte Menge oder die Menge an gesammelten Abfällen sein.

Im Bereich der Kunststoff-Produktionsabfälle liegt die Verwertungsquote (Summe aus energetischer plus stofflicher Verwertung) bereits auf einem hohen Niveau. Nach der Consultic-Studie (Consultic 2011, 10) wurden im Jahr 2011 rund 1 Mio. Tonnen Produktionsabfälle verwertet – die Verwertungsquote lag bei 99% (89% wurden werkstofflich verwertet).

Notwendig im Bereich der von den Produktionsabfällen zu unterscheidenden Produktabfällen ist die Erhöhung der Recyclingquoten vor allem aus mittel- und langlebigen Produkten (Fahrzeuge, Elektronikgeräte, Bauanwendungen etc.). Gerade bei den (gemischten) gewerblichen Abfällen ist das Steigerungspotenzial der werkstofflichen Verwertung hoch (Dehne et al. 2011). Zur Hebung solcher Potenziale spielen Quoten eine erhebliche Rolle. Solche Quoten haben den Vorteil der Mess- und Überprüfbarkeit sowohl für die Verpflichteten als auch für die Abfallbehörden.

Für die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling sieht Art. 11 Abs. 2 ff. AbfRRL **Quoten** für Papier, Metall, Kunststoffe und Glas vor, durch die die werkstoffliche Verwertung eine wesentliche Stärkung erfährt. Die Richtlinie beschränkt sich zunächst auf diese Abfallarten, weil deren Wiederverwendbarkeit bzw. Rezyklierbarkeit ausreichend praktisch erprobt ist (Petersen 2009, 1072 ff.). Ausdrücklich bezieht sich Art. 11 Abs. 2 AbfRRL zu Beginn auf „die Entwicklung einer europäischen

Recyclinggesellschaft mit einem hohen Maß an Effizienz der Ressourcennutzung“. Die Zielvorgaben dazu werden in Art. 11 Abs. 2 AbfRRL genannt:

- ▶ Die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling von Abfallmaterialien für die genannten und gegebenenfalls ähnlichen Stoffe ist bis 2020 auf mindestens 50 Gewichtsprozent zu erhöhen. Verrechnungen und Kompensierungen innerhalb der einzelnen Abfallströme sind zulässig (Petersen 2009, 1072 ff.).
- ▶ Bis 2020 sind die Vorbereitung zur Wiederverwendung, das Recycling und die sonstige stoffliche Verwertung von nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfällen auf mindestens 70 Gewichtsprozent zu erhöhen.

Die Abfallrahmenrichtlinie enthält nach dem Prinzip des Policy-Circles für die Kommission die Verpflichtung, regelmäßig ihre Ziele zu überprüfen und, falls nötig, zusätzliche Zielvorgaben für weitere Abfallströme in Betracht zu ziehen. Nach Art. 11 Abs. 3 AbfRRL legt die Kommission hierzu Durchführungsbestimmungen fest. Sie überprüft spätestens zum 31.12.2014 die Maßnahmen und Zielvorgaben und berücksichtigt dabei im Sinne einer Nachhaltigkeitsprüfung deren ökologische, ökonomische und soziale Auswirkungen (Abs. 4). Die Mitgliedstaaten haben der Kommission alle drei Jahre über die Erreichung der Zielvorgaben zu berichten (Abs. 5). Sanktionen bei Nichterreichung sind jedoch nicht vorgesehen (Petersen 2009, 1073 ff.). Ferner verpflichtet die Abfallrahmenrichtlinie (Erwägungsgründe 35, 23 und 47) die Kommission, die Ziele der Deponie-Richtlinie zur Verringerung der Deponierung von biologisch abbaubaren Abfällen und die Vorgaben für das Recycling und die Verwertung in der Richtlinie über Verpackungen und Verpackungsabfälle 94/62/EG für bestimmte Kategorien von Verpackungsabfällen zu überprüfen. Die EU Kommission hat in ihrem Grünbuch zu einer europäischen Strategie für Kunststoffabfälle in der Umwelt vom März 2013 angekündigt, bei der Überarbeitung der Deponierichtlinie 2014 ein Verbot der Beseitigung von Kunststoffabfällen zu integrieren, das ab 2020 gelten soll. Ziel sei es, so der von der europäischen Kunststoffindustrie (Plastics 2013) unterstützte Vorstoß, die Deponierung von jährlich ca. 10 Mio. t. Kunststoffabfällen der Verbraucher auf den Deponien Europas zu verhindern und die Rohstoffe als Quelle für Recycling und energetische Verwertung zu erhalten.

Das deutsche Kreislaufwirtschaftsgesetz sieht keine kunststoffspezifische Recyclingquote vor, sondern normiert das Recycling von Siedlungsabfällen, das auch Kunststoffabfälle umfasst. § 14 Abs. 2 KrWG hebt die Quote auf mindestens 65 Gewichtsprozent ab 01.01.2020. Damit geht die in Deutschland vorgesehene Recyclingquote für Siedlungsabfälle über die europarechtliche Recyclingquote von 50% für Papier, Metall, Kunststoff und Glas hinaus (Frenz 2013, § 14 KrWG Rn. 29), wirkt aber kaum materialspezifisch. Die genannte Quote liegt nur geringfügig über dem bisher Erreichten; einen Anreiz für mehr Recycling bietet sie wohl kaum. Eine bereichsspezifische Sondervorschrift, ebenfalls mit Quote, gilt für Bau- und Abbruchabfälle (§ 14 Abs. 3 KrWG), die u.a. auch Kunststoffteile (z.B. Fensterrahmen) umfassen.

9.4.3.4 Verwertungsquote der Verpackungsverordnung

Mit der Verordnung über die Vermeidung und Verwertung von Verpackungsabfällen (Verpackungsverordnung – VerpackV v. 21.08.1998, BGBl. I S. 2379; geändert durch Artikel 2 der Verordnung v. 02.04.2008, BGBl. I Nr. 12, S. 531; zuletzt geändert durch Gesetzes vom 24.02.2012 (BGBl. I S. 212), wurde die Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates v. 20.12.1994 über Verpackungen und Verpackungsabfälle, ABl. EG L 365 v. 31.12.1994, S. 10; zuletzt geändert durch die Richtlinie 2005/20/EG des Europäischen Parlaments und des Rates v. 09.03.2005 über Verpackungen und Verpackungsabfälle, ABl. EG Nr. L 70, S. 17) umgesetzt. Mit der Richtlinie 2013/2/EU der Kommission vom 07.02.2013 zur Änderung von Anhang I der Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Verpackungen und Verpackungsabfälle (ABl. Nr. L 37/10 v. 08.02.2013) wurde die Beispielsammlung für Verpackungen (Anhang V) erweitert. Die Änderungen

hat Deutschland mit der 6. Novelle der Verpackungsverordnung vom 17. Juli 2014 (BGBl. I S. 1058) umgesetzt. Zeitgleich wurde die 7. Novelle der Verpackungsverordnung (BGBl. I S. 1061) mit dem Zweck der Stabilisierung des Systems der Verpackungsentsorgung verabschiedet⁶⁰.

Mit der Verpackungsverordnung (v. 12.06.1991, BGBl. I S. 1234) wurde in Deutschland erstmals umfassend die abfallwirtschaftliche Produktverantwortung geregelt (Deutscher Bundestag 1997, 1). Sie bezweckt in erster Linie die Vermeidung und Verringerung der Auswirkungen von Verpackungsabfällen (§ 1 Abs. 1 VerpackV). Genannt wird u.a. der Vorrang der Wiederverwendung von Verpackungen, der stofflichen Verwertung sowie der anderen Formen der Verwertung vor der Beseitigung von Verpackungsabfällen. Inhaltsgleich war die Zielsetzung in Art. 1 Abs. 2 der Richtlinie 1994/64/EG: „Erste Priorität ist die Vermeidung von Verpackungsabfall; weitere Hauptprinzipien sind die Wiederverwendung der Verpackungen, die stoffliche Verwertung und die anderen Formen der Verwertung der Verpackungsabfälle sowie als Folge daraus eine Verringerung der endgültigen Beseitigung der Abfälle.“

U.a. sieht die VerpackV Rücknahmepflichten für die folgenden Verpackungen vor:

- ▶ Transportverpackungen (§ 4 VerpackV),
- ▶ Umverpackungen (§ 5 VerpackV),
- ▶ Verkaufsverpackungen, die beim privaten Endverbraucher anfallen (§ 6 VerpackV),
- ▶ Verkaufsverpackungen, die nicht beim privaten Endverbraucher anfallen (§ 7 VerpackV),
- ▶ Verkaufsverpackungen schadstoffhaltiger Füllgüter (§ 8 VerpackV) und
- ▶ Einweggetränkverpackungen (§ 9 VerpackV).

Die zurückgenommenen Verpackungen sind einer erneuten Verwendung oder stofflichen Verwertung zuzuführen (vgl. beispielsweise § 4 Abs. 2 S. 1 oder § 5 Abs. 3 S. 3 VerpackV) soweit dies technisch machbar und wirtschaftlich zumutbar ist. § 1 Abs. 3 VerpackV schreibt für die Verpackungsabfälle, die der Verpackungsverordnung unterfallen Verwertungsquoten vor. Danach sollen seit 31.12.2008 von den gesamten Verpackungsabfällen jährlich mindestens 65 Massenprozent verwertet und mindestens 55 Massenprozent stofflich verwertet werden. Für die stoffliche Verwertung der Stoffgruppe Kunststoffe gilt als Mindestzielvorgabe 22,5 %. Bei der Bestimmung der Gewichtsprozente für Kunststoff wird nur Material berücksichtigt, das durch stoffliche Verwertung wieder zu Kunststoff wird.

Eine für den Stoffumsatz bedeutende Rolle spielt die Rücknahmepflicht für Verkaufsverpackungen vom privaten Endverbraucher (§ 6 VerpackV). Hersteller und Vertreiber von Verpackungen, die bei privaten Endverbrauchern anfallen, sind danach verpflichtet, sich an einem flächendeckenden Rücknahmesystem für diese Verpackungen zu beteiligen. Für die einzelnen Materialien sind Mindestzielvorgaben für die stoffliche Verwertung zu erfüllen (Anhang I zu § 6 VerpackV). Hervorzuheben ist, dass bei Kunststoffverpackungen mindestens 60 % einer Verwertung zuzuführen sind, wobei wiederum 60 % dieser Verwertungsquote durch Verfahren sicherzustellen sind, bei denen stoffgleiches Neumaterial ersetzt wird oder der Kunststoff für eine weitere stoffliche Nutzung verfügbar bleibt (werkstoffliche Verfahren), siehe Nr. 1 Abs. 2 des Anhangs I zu § 6 VerpackV. Geeignet, um die Übereinstimmung von Verfahren mit diesen Vorgaben sicherzustellen, sind Zertifizierungssysteme, z.B. EuCertPlast (EuCertPlast 2013). Bei Kunststoffen sind oberhalb der werkstofflichen Verwertungsquote i.H.v. 36 % alle Verwertungsverfahren gleichgestellt (BSU 2011, 21). Das bedeutet, dass für diese Mengen an Kunststoff die energetische Verwertung zulässig ist.

Bei den im Rahmen des Dualen Systems nach der Sortierung verbleibenden Mischkunststoffen (nach Sortierung machen sie ca. 75 % des Kunststoffanteils aus), gehen etwa 31 % in die werkstoffliche

⁶⁰ Hierzu wurden die Möglichkeit der sogenannten Eigenrücknahme von Verpackungsabfällen am Verkaufsort zum 1.10.2014 gestrichen und die Anforderungen an Branchenlösungen mit Wirkung ab 1.1.2015 deutlich erhöht.

Verwertung, 12 % in die rohstoffliche Verwertung und immerhin ca. 57 % als Ersatzbrennstoff in die energetische Verwertung. Zahlengrundlage sind die Ergebnisse des für das UBA durchgeführten Forschungsvorhabens von HTP/Öko-Institut zur „Analyse und Fortentwicklung der Verwertungsquoten für Wertstoffe“ (Dehoust/Christiani, 2012). Somit, so folgert die Bundesregierung (Bundesregierung 2013, 3) mit Blick auf das eben genannte Forschungsvorhaben, müssten die Recyclingquoten in der Verpackungsverordnung „modifiziert werden (...) um zusätzliche Anreize für weitere Anstrengungen zu setzen“. Ob ein selbstlernendes Quotenmodell eingeführt werden soll, wie es die Forschungsnehmer vorgeschlagen haben, ließ die Bundesregierung noch offen (Bundesregierung 2013, 3). Der Gedanke ist, dass die Quoten den „veränderlichen rohstofflichen und technischen Bedingungen anpasst (werden), um die erwünschte Lenkungsfunction dauerhaft zu gewährleisten“ – zudem sollen monetäre Sanktionen eingeführt werden, die im Falle der Nichterreichung der Quoten greifen (Dehoust/Christiani 2012).

Für das Kunststoffrecycling bedeutsam ist weiterhin die Pfanderhebungs- und Rücknahmepflicht für Einweggetränkeverpackungen sowie die Befreiung von der Pfandpflicht von ökologisch vorteilhaften Einweggetränkeverpackungen (§ 9 VerpackV).

9.4.3.5 Sonstige Quoten

Auch das ElektroG schreibt in Abhängigkeit von der Produktkategorie Quoten (Mindestziele) für die Wiederverwendung und die stoffliche Verwertung bei Bauteilen, Werkstoffen und Stoffen vor. Sie liegen – den Anforderungen in Art. 7 Abs. 2 WEEE-Richtlinie entsprechend – zwischen 50 und 80 Prozent des durchschnittlichen Gewichts je Gerät (§ 12 ElektroG). Ziel ist es, die in den Geräten enthaltenen Rohstoffe (inkl. Kunststoffe) als Sekundärrohstoffe wieder dem Wirtschaftskreislauf zur Verfügung zu stellen. Leider sind die Verwertungsziele nicht rohstoffspezifisch oder wenigstens materialspezifisch (z.B. alle Kunststoffe) geregelt. Vielmehr handelt es sich um Gewichtsanteile an der jeweiligen Gerätekategorie. Diese Festlegung ist zu grob, um die werkstoffliche Verwertung der in den Elektroaltgeräten enthaltenen Kunststoffe zu steuern.

Eine weitere sektorale Rechtsverordnung zur Umsetzung der Produktverantwortung ist die Verordnung über die Überlassung, Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen (Altfahrzeug-Verordnung – AltfahrzeugV v. 21.06.2002, BGBl. I S. 2214; zuletzt geändert durch Artikel 17 des Gesetzes v. 31.07.2009, BGBl. I S. 2585; in Kraft getreten am 01.03.2010). Sie setzt die Richtlinie 2000/53/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Altfahrzeuge – Altfahrzeugrichtlinie (v. 18.09.2000, ABl. EG Nr. L 269 S. 34; zuletzt geändert durch Artikel 1 des Beschlusses der Kommission v. 23.02.2010, ABl. EG L 48, S. 12) um. Danach müssen Hersteller nur die kostenlose Rücknahme der Altfahrzeuge sicherstellen. Eine Finanzierungspflicht gibt es nicht, was als Hemmnis für das Kunststoffrecycling wirkt. Nach § 5 AltfahrzeugV müssen die Wirtschaftsbeteiligten sicherstellen, dass ab 01.01.2015 mindestens 95 Gewichtsprozent des durchschnittlichen Fahrzeugleergewichts wiederverwendet oder verwertet werden sowie mindestens 85 Gewichtsprozent wiederverwendet und stofflich verwertet werden müssen. Problematisch an den massenbezogenen Vorgaben zur Verwertung von Altfahrzeugen ist, dass sie derzeit bereits durch die Rückgewinnung und werkstoffliche Verwertung der Metalle und damit ohne relevantes Kunststoffrecycling erreicht werden können. Hinzu kommt, dass die Recyclingdefinition im Gegensatz zum KrWG die Verwertung z.B. im Bergversatz nicht ausschließt. Die eigentlich bestehende Demontagepflicht für große Kunststoffteile wirkt an sich positiv für das Kunststoffrecycling. Faktisch wird jedoch vorrangig von der „angebotenen“ Ausnahme (Post-Shredder-Verwertung) Gebrauch gemacht.

Zur Förderung des Kunststoffrecyclings sind neben den - wenn auch unkonkreten - Vorgaben zur Abfallvermeidung in § 8 Abs. 1 AltfahrzeugV (Begrenzung der Verwendung gefährlicher Stoffe; Berücksichtigung der stofflichen Verwertungsmöglichkeiten bei der Konstruktion und Produktion von Fahrzeugen sowie der verstärkten Verwendung von Recyclingmaterial) die Kennzeichnungspflichten für

wiederverwendbare Bauteile und Werkstoffe in § 9 und die informatorischen Pflichten in § 10 AltfahrzeugV zu nennen.

Zu beachten ist, dass ein hoher Anteil von Gebrauch-Pkw aus Deutschland ins europäische und ein geringer Anteil ins nicht-europäische Ausland exportiert werden. Letztere stehen als Quelle für den Sekundärrohstoffmarkt in Deutschland in der Regel nicht mehr zur Verfügung.

Die im neuen KrWG (s. auch die Verwertungsquoten nach Art. 11 Abs. 2 AbfRRL) enthaltene Quote für die Wiederverwendung und das Recycling von Siedlungsabfällen in § 14 Abs. 2, die ab dem 1.1.2020 greifen wird, wird ihren positiven Effekt haben. In diesem Projekt geht es aber über materialunspezifische Verwertungsvorgaben hinaus vielmehr um Recyclingquoten speziell für die Kunststoffabfälle, soll doch gerade der Anteil der energetischen Verwertung bei den Kunststoffabfällen verringert werden. Hier konnten diverse Defizite aufgezeigt werden. Für die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen, das kann festgehalten werden, bestehen erhebliche Optimierungspotenziale.

9.4.3.6 Stromsteuerbegünstigung und EEG-Ausgleichsregelung

Unternehmen, deren Tätigkeitsschwerpunkt im Sammeltransport von Müll sowie der Herstellung von Ersatzbrennstoffen aus Kunststoffen für die energetische Verwertung in einem Kraftwerk liegt, konnten lange mit einer **Stromsteuerbegünstigung** (Nichtsteuerbarkeit nach Art. 2 Abs. 4 Buchst. b), 2. Anstrich der EU-EnergieStRL (2003/96/EG) rechnen. Zur Begründung wurde darauf abgestellt, dass die bei der Verbrennung in Ersatzbrennstoffanlagen eingesetzten Ersatz- und Sekundärbrennstoffe bzw. Abfälle zur energetischen Verwertung regelmäßig keine Energieerzeugnisse seien (so eine Studie im Auftrag der Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e. V. (ITAD), Kobes 2011). Abfälle verlören im Falle einer bloßen Aufbereitung abfallrechtlich nicht ihre Abfalleigenschaft und mit der Aufbereitung energiesteuerrechtlich werde auch kein neues Energieerzeugnis hergestellt. Vereinfacht gesagt, ist die Verbrennung oder die Erzeugung von Wärme nicht der Hauptzweck, sondern vielmehr die ordnungsgemäße und schadlose Entsorgung der Abfälle. Jedenfalls greife aber die Steuerbefreiung nach den §§ 55, 74 und Anlage 1 Nr. 11 zur Energies-teuerverordnung, soweit Abfälle zum Zwecke der Vernichtung in Anlagen verbrannt werden, die zur schadlosen Beseitigung von Abfällen zugelassen sind.

Der Bundesfinanzhof (Urt. v. 16.04.2013, VII R 25/11, BeckRS 2013, 95433) hat diese Begünstigung beendet: Ein solcher Betrieb, so der VII. Senat, sei kein Unternehmen, dem die Steuerbegünstigung nach § 9 Abs. 3 i. V. m. § 2 Nr. 2a und 3 StromStG zu gewähren ist. Ein solches Unternehmen sei nicht gemäß der Klasse 37.20 WZ 2003 „Recycling nicht metallischer Altmaterialien und Reststoffe“ einzuordnen, sondern vielmehr in die Klasse 90.02 WZ 2003 „Abfallbeseitigung“, womit die Gewährung der Steuerbegünstigung für die Entnahme von Strom nicht in Betracht kommt. Zur Begründung verwies der BFH darauf, dass der Recyclingbegriff nicht die Aufbereitung als Ersatzbrennstoff erfasse. Diese Sichtweise steht im Einklang mit § 3 Abs. 25 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes. Danach ist Recycling im Sinne dieses Gesetzes „jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfälle zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden; es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, nicht aber die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.“ Die BFH-Rechtsprechung wird in der neuen Dienstvorschrift der Zollverwaltung zu § 51 EnergieStG (DV Steuerentlastung für Prozesse und Verfahren vom 24.09.2014)⁶¹ umgesetzt (Reuter/Steinkemper 2015).

Entlastungsberechtigt gemäß § 51 Abs. 1 Nr. 2 EnergieStG können neben Unternehmen des produzierenden Gewerbes auch Entsorgungsunternehmen sein, wenn sie im Rahmen der energetischen

⁶¹ Kennung V 82 45-11, Vorschriftensammlung der Bundesfinanzverwaltung (VSF)

Abfallbehandlung Energieerzeugnisse einsetzen. Die Dienstanweisung sieht vor, dass kein Entlassungsanspruch nach § 51 EnergieStG mehr besteht, wenn der verbrannte Abfall selbst als Energieerzeugnis anzusehen ist. Weiterhin nach § 51 Abs. 1 Nr. 2 EnergieStG begünstigt werden können demnach nur noch Waren, die nicht als Energieerzeugnisse gelten – insbesondere „andere Abfälle“ i.S.d. § 1b Absatz 1 EnergieStV, die im Durchschnitt einen Heizwert von höchstens 18 Megajoule je Kilogramm aufweisen.

Mit dieser Rechtsauffassung wird im Ergebnis verhindert, dass Unternehmen, die Ersatzbrennstoffe aus Kunststoffen für die Verbrennung herstellen, steuerliche Vergünstigungen (ermäßigter Steuersatz) erhalten. Das hat Auswirkungen auf die Betriebe, die Ersatzbrennstoffe aus Kunststoffen für die Verbrennung herstellen: Ihr Kostenaufwand für den Energieeinsatz dürfte mit der neuen Rechtsprechung steigen. Der Wegfall der Steuerbegünstigung ist jedoch kein Hemmnis für die werkstoffliche Verwertung, also für Rezyklate herstellende Betriebe. Im Gegenteil, der Wegfall der Steuerbegünstigung für Ersatzbrennstoffe herstellende Betriebe dürfte wegen des Wettbewerbsvorteils sogar eher eine Maßnahme sein, um Betriebe zu fördern, die werkstoffliche Verwertung vornehmen.

Neben der Stromsteuer soll ein Blick auf die besondere Ausgleichsregelung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) für Unternehmen des produzierenden Gewerbes geworfen werden. Dadurch werden Produktionsbetriebe von der EEG-Umlage befreit und damit finanziell begünstigt. Fraglich war, ob auch Kunststoffrecyclingbetriebe hierunter fallen. Das Verwaltungsgericht Frankfurt/M.⁶² hat klargestellt, dass ein Unternehmen, das PET Rezyklate, PET Flakes, aus recyceltem Kunststoff zwecks Wiederverwertung herstellt, nicht als Unternehmen des produzierenden Gewerbes i. S. v. § 3 Nr. 14 EEG 2012 anzusehen ist. Die Herstellung eines Rezyklates sei nicht die Herstellung eines wertvollen Kunststoffendproduktes. Die Tätigkeit sei nicht unter der Branchenummer 20.16 „Herstellen von Kunststoffwaren in Primärform“ zu fassen, da das Zerkleinern von Kunststoffen zur Materialrückgewinnung an dieser Stelle ausgenommen und unter Ziff. 38.32.0 (Rückgewinnung sortierter Werkstoffe) einzuordnen sei.

Mit dem EEG 2014, konkret mit § 64 Abs. 1 Ziffer 1 EEG 2014 hat der Gesetzgeber jedoch eine neue Regelung getroffen, die anders als die vorige Regelung konzipiert ist. Für die Befreiung kommt es nach dem EEG 2014 nun auf die in der Anlage 4 unter der Überschrift „Stromkosten- oder handelsintensive Branche“ aufgeführten Unternehmen an. Damit ist die Recyclingbranche (s. die ausdrückliche Erwähnung „Rückgewinnung sortierter Werkstoffe“) begünstigend erfasst.

9.4.3.7 Ergebnis zur Behandlung

Als Defizite bei der Behandlung mit dem Ziel der Verwertung von Kunststoffabfällen können demnach festgehalten werden:

- ▶ Es fehlt die in § 8 Abs. 2 KrWG vorgesehene Rechtsverordnung, in der für bestimmte Abfallarten der Vorrang oder Gleichrang einer Verwertungsmaßnahme bestimmt und Anforderungen an die Hochwertigkeit der Verwertung festgelegt werden (ökobilanzielle Überlegungen).
- ▶ Die in Deutschland geltende Quote für das Recycling von Siedlungsabfällen gilt nicht spezifisch für Kunststoffabfälle (gem. § 14 Abs. 2 KrWG mindestens 65 Gewichtsprozent ab 01.01.2020) und wirkt kaum materialspezifisch – die genannte Quote liegt zudem kaum über dem bisher Erreichten; einen Anreiz für mehr Recycling bietet sie nicht wirklich.
- ▶ Die in der VerpackungsVO geregelten Quoten, insbes. die in § 6 VerpackVO (Rücknahmepflicht für Verkaufsverpackungen vom privaten Endverbraucher), sind die einzigen kunststoffspezifischen Quoten, die existieren.

⁶² VG Frankfurt/M., Urteil vom 13. Januar 2015 – 5 K 4650/13.F –, juris.

- ▶ Die Recyclingquoten in der VerpackungsVO bieten derzeit keine echten Anreize für weitere Anstrengungen in Richtung Steigerung des Recyclings von Kunststoffabfällen. Insbesondere sind bei Kunststoffverpackungen aus dem privaten Endverbrauch oberhalb der werkstofflichen Verwertungsquote i.H.v. 36 % alle Verwertungsverfahren gleichgestellt.
- ▶ Die Altfahrzeug-Verordnung sieht zwar vor, dass die Hersteller die kostenlose Rücknahme der Altfahrzeuge sicherstellen müssen; eine Finanzierungspflicht gibt es nicht, was als Hemmnis für das Kunststoffrecycling wirkt. Die eigentlich bestehende Demontagepflicht für große Kunststoffteile wirkt an sich positiv für das Kunststoffrecycling; faktisch wird sie jedoch unterlaufen, da sie durch die „angebotene“ Ausnahme (Post-Shredder-Verwertung) kaum umgesetzt wird. Problematisch ist zudem, dass die Verwertungsquoten der AltfahrzeugVO derzeit auch ohne relevantes Kunststoffrecycling erreicht werden (massenbezogene Quoten).

9.4.4 Qualitative Anforderungen an die Verwertung

In der juristischen Fachliteratur wird diskutiert, ob in einer Verordnung nach § 10 Abs. 1 Nr. 3 KrWG (Voraussetzungen für die Verwertung stoffgleicher Nichtverpackungen) auch Anforderungen an eine hochwertige Verwertung geregelt werden könnten. Dagegen spricht, dass nach § 8 Abs. 1 S. 3 KrWG eine hochwertige Verwertung lediglich anzustreben ist. Wenn die Pflichten nach § 10 Abs. 1 KrWG nur konkretisiert werden dürfen, dürfte die Anordnung einer Rechtspflicht zur hochwertigen stofflichen Verwertung (Recycling) über die geltende Ermächtigungsgrundlage hinausgehen (Frenz 2013, § 10 KrWG Rdnr. 32 ff.).

Auf die Frage hin, ob die Bundesregierung „eine Verordnung zur Umsetzung der Kaskadennutzung von Kunststoffen vorlegen“ werde, antwortete die Bundesregierung im Oktober 2012 (Reiche 2012, 105), „dass das bestehende Regelwerk sowie die vorgesehene Regelung zur Einführung einer Wertstofftonne – und die in diesem Zusammenhang geplante Erhöhung der Verwertungsanforderungen – für Kunststoffabfälle hinreichende Anreize zu einer Kaskadennutzung setzen.“ „Die Bundesregierung wird im Rahmen der Umsetzung der Abfallhierarchie die zum Kreislaufwirtschaftsgesetz erlassenen stoffstromspezifischen Rechtsverordnungen in den nächsten Jahren sukzessiv – auch hinsichtlich einer gegebenenfalls erforderlichen Erweiterung – einer Überprüfung unterziehen und dabei auch die Kaskadennutzung mit berücksichtigen. Für eine Kaskadennutzung besonders geeignet hält die Bundesregierung zum Beispiel Kunststoffe und Holz.“ Was unter Kaskadennutzung im Sinne von § 8 Abs. 2 S. 2 KrWG gemeint ist, ist für die Praxis schwierig zu beschreiben. Darunter kann u.a. die nacheinandergeschaltete stoffliche und energetische Verwertung (etwa am Beispiel der Bioabfälle die Kombination aus Vergärung und Kompostierung) verstanden werden (LUBBW; Schlederer 2014). Bei Kunststoffabfällen ist die Mehrfachnutzung gemeint. Oder wie es das Institut für Holzforschung des Thünen-Instituts (2014) umbeschreibt: „Die etablierten Stoffkreisläufe von Holz und Kunststoff nutzen die wertvollen Rohstoffe vielfach nur unzulänglich. Oft schließen die Produktlebenszyklen mit einer energetischen Verwertung ab. Eine intelligente Aufbereitung könnte jedoch dazu beitragen, die stoffliche (Kaskaden-)Nutzung der individuellen Rohstoffe deutlich zu steigern und dadurch ihre Materialeffizienz zu erhöhen und die Wertigkeit zu erhalten.“ Folgerichtig erscheint dann die Forderung nach Kriterien, die die Vorrangigkeit einer Verwertungsmaßnahme bestimmen. Aus Sicht des Recyclings ist wichtig, dass am Anfang des kaskadenartigen Verwertungsweges der Vorrang der stofflichen Verwertung steht (Frenz 2013, § 8 KrWG Rdnr. 90 ff.).

Als Defizit kann festgehalten werden, dass es bisher im KrWG an einer Ermächtigungsgrundlage für die Festlegung qualitativer Anforderungen an die Verwertung fehlt.

9.4.5 Import und Export

Die nachfolgende Darstellung differenziert zwischen dem Import von Kunststoffabfällen nach Deutschland einerseits und dem Export von Kunststoffabfällen aus Deutschland in andere Länder. Im

ersten Fall vergrößert sich die für das Kunststoffrecycling in Deutschland zur Verfügung stehende Menge, im zweiten Fall reduziert sie sich. Die nachfolgende Darstellung konzentriert sich allein auf Hemmnisse für das Recycling und den Rezyklateinsatz.

9.4.5.1 Import

Seitens der Entsorgungswirtschaft wird beklagt (BDE 2013) dass für den **Import** getrennt erfasster Verwertungsabfälle aus privaten Haushalten aus anderen EU-Ländern Einfuhrhindernisse bestehen. Das führe dazu, dass die „Verwertung in hochwertigen Recyclinganlagen massiv beeinträchtigt“ werde. Damit werden rechtliche Hindernisse in den nationalen Rechtsordnungen anderer EU-Mitgliedstaaten verortet, die etwa eine Verwertung oder Beseitigung vor Ort anordnen und damit einen Export nach Deutschland verhindern.

Diese Hemmnisse im EU-Binnenmarkt resultieren jedoch, wenn sie tatsächlich bestehen, aus Verstößen anderer EU-Länder gegen die EU-Warenverkehrsfreiheit, nicht aber aus dem EU-Recht selbst. Abfälle zur Verwertung dürfen in andere Staaten verbracht werden, sie müssen es aber nicht. Zur Absicherung der sog. Hausmüllautarkie (gemischte Siedlungsabfälle aus privaten Haushalten) dürfen die Mitgliedstaaten Exportbeschränkungen vorsehen. Dies ergibt sich aus der Verordnung (1013/2006/EG, ABl. EU, L 190, S.1) über die Verbringung von Abfällen (VVA); aus den Vorgaben kann daher kein Hemmnis der Warenverkehrsfreiheit konstruiert werden.

9.4.5.2 Export

Wie gezeigt, reduziert der **Export** (ca. 1,5 Mio t in 2011) in erheblichem Umfang die Menge des für das Recycling zur Verfügung stehenden Kunststoffabfalls (vgl. Kap. 9.2.4). Sanden/Schomerus/Schulze (2012, 166) haben in ihrer Studie mit Blick auf den auch Kunststoffanteile enthaltenden Elektronikschrott geschlussfolgert, dass die „vielleicht wichtigste Ursache dafür, dass die abfallrechtliche Produktverantwortung im Bereich der Elektroaltgeräte kaum zum Tragen kommt, (...) darin (liegt), dass sich die Abfallbesitzer durch Export der Altgeräte in Nicht-EU-Staaten, speziell nach Afrika, ihren Pflichten entziehen.“

Konkretes Problem mit Blick auf das Kunststoffrecycling in Deutschland ist, dass zwar die Ausfuhr von „Abfällen zur Beseitigung“ in Entwicklungsländer untersagt ist, dass aber „Abfälle zur Verwertung (Recycling)“ rechtlich zulässig exportiert werden dürfen (Uken 2007). Hierfür existieren seit 1992 Regeln, also für die Kontrolle grenzüberschreitender Verbringung gefährlicher Abfälle aus dem Basler Abkommen sowie für die grenzüberschreitende Verbringung aller Abfälle zur Verwertung aus dem OECD-Ratsbeschluss (OECD 2001).

Mit dem **Basler Übereinkommen** über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung vom 22.03.1989 wurde ein Verfahren zur Kontrolle der Ein- und Ausfuhr von gefährlichen Abfällen zwischen den Vertragsparteien eingeführt. Das Übereinkommen trat 1992 in Kraft und ist derzeit für 181 Vertragsparteien bindend. Die EU ist Vertragspartei des Übereinkommens und hat dieses 2006 im Verordnungswege umgesetzt (Verordnung (EG) Nr. 1013/2006).

Danach dürfen Abfälle der Gelben Liste zur Verwertung innerhalb der EU und der OECD verbracht werden (jedoch Genehmigungspflicht). Abfälle der Gelben Liste dürfen jedoch aus der EU nicht in Drittstaaten außerhalb der OECD exportiert werden.

Abfälle der Grünen Liste nach den Anhängen III, IIIA und IIIB der EG-VO 1013/2006 (VVA), unter die z.B. Altkunststoffe fallen, dürfen innerhalb der EU und der OECD genehmigungsfrei zur Verwertung

verbracht werden. Sie dürfen, so regelt es die EG-VO 1418/2007⁶³, in Drittstaaten jedoch nur dann verbracht werden, wenn diese der Einfuhr vorher pauschal zugestimmt haben (Notifizierung); ansonsten ist die Verbringung genehmigungspflichtig. Weil zunächst nur 21 Staaten auf die Zustimmungsanfrage der Kommission geantwortet hatten, war der Markt für Abfalltransporte (hier insbesondere Kunststoffe) vor allem nach China und Indien vorübergehend quasi zusammengebrochen. Inzwischen hat sich das durch laufende Fortschreibungen geändert. Das UBA als Anlaufstelle des Basler Übereinkommens veröffentlicht regelmäßig eine sog. Staatenliste zum Export Grüner Abfälle (Anhänge III und IIIA) in Staaten, für die der OECD-Beschluss nicht gilt (vgl. UBA 2014).

Im Ergebnis bedeutet ein Export von Kunststoffabfällen nach der sog. „Grünen Liste“ folgendes:

- ▶ Der Abfall kann rechtmäßig grenzüberschreitend verbracht werden, ohne dafür eine Genehmigung der zuständigen Behörde einholen zu müssen.
- ▶ Dem Abfall muss als Begleitschein das komplett ausgefüllte und unterschriebene Formular „Annex VII form“ mitgegeben werden.
- ▶ Es müssen spezifizierte Verträge für die Entsorgung des Abfalls (Entsorgungsvertrag) zwischen der den Abfall sendenden und der den Abfall empfangenden Person vorhanden sein.
- ▶ Wenn die Empfängerperson den Abfall empfängt, muss sie die Begleitpapiere zeichnen.
- ▶ Kopien der Formulare, die den Abfallexport betreffen, müssen drei Jahre aufbewahrt werden.

Die Zulässigkeit der Verbringung hängt zu allererst davon ab, ob es sich überhaupt um „Abfall“ handelt, nur dann findet das Abfallverbringungsrecht überhaupt Anwendung. Das ist nicht der Fall, wenn es sich um Wirtschaftsgüter handelt, die ggf. im Empfängerland aufgearbeitet werden sollen. Wegen der in der Praxis schwierigen Abgrenzung zwischen Wirtschaftsgütern und Abfällen hat die EU 2014 mit der Novellierung der EU-Abfallverbringungsverordnung⁶⁴ eine Umkehr der Beweislast europarechtlich realisiert.⁶⁵ Ab dem 01.01.2016 muss der Exporteur schlüssig nachweisen, dass es sich bei den Exportgütern nicht um Abfall handelt.

Das Vollzugsdefizit, mehr aber noch das Fehlen konkretisierender Regelungen werden als problematisch angesehen (Faßbender 2011, 170). Es sind allgemeine Exporte von Kunststoffabfällen (abseits von Elektroschrott) bekannt, die zum Teil mangels Notifizierung rechtswidrig waren (vgl. etwa zur Rückführung von Kunststoffabfällen aus Tschechien VGH München, Urteil vom 10. 12. 2009 – 20 B 09.45, NVwZ 2010, 527 sowie VGH München, Urt. v. 31. 1. 2013 – 20 B 12.13, NVwZ 2013, 958 oder aus dem Libanon VGH Mannheim, Urteil vom 22. November 2005 – 10 S 1208/04, ZUR 2006, 262).

Das deutsche Gesetz zur Ausführung der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14.06.2006 über die Verbringung von Abfällen und des Basler Übereinkommens vom 22.03.1989 über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung (Abfallverbringungsgesetz – AbfVerbrG) vom 19.07.2007 ergänzt die unmittelbar für alle Mitgliedstaaten geltende EG-Verordnung. In einer Studie für das Umweltbundesamt (Schilling 2011) wurde die Effektivität des deutschen Abfallexportrechts untersucht und es wur-

⁶³ Verordnung (EG) Nr. 801/2007 der Kommission vom 6. Juli 2007 über die Ausfuhr von zur Verwertung bestimmten und in Anhang III oder IIIA der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 aufgeführten Abfällen in Länder, für die der OECD-Beschluss über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung von Abfällen nicht gilt, ABl. Nr. L 179/6 v. 7.7.2007.

⁶⁴ Verordnung (EU) Nr. 660/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1013/2006 über die Verbringung von Abfällen.

⁶⁵ Zur alten Rechtslage (2005) nach Anhang II (Grüne Liste) der VO (EWG) 259/93 vgl. VG Würzburg, Urteil vom 31. Mai 2011 – W 4 K 08.2290 –, juris sowie BVerwG, Beschluss vom 14. April 2014 – 7 B 26/13 –, BayVBl 2014, 669-671.

den Vorschläge für eine strafrechtliche Ahndung unterbreitet (z.B. im Zusammenhang mit dem verstärkten Einsatz von Kontrollen an Knotenpunkten von Abfalltransporten wie Anlagen sowie Umschlags- und Sammelplätzen).

9.4.6 Anforderungen der REACH-Verordnung

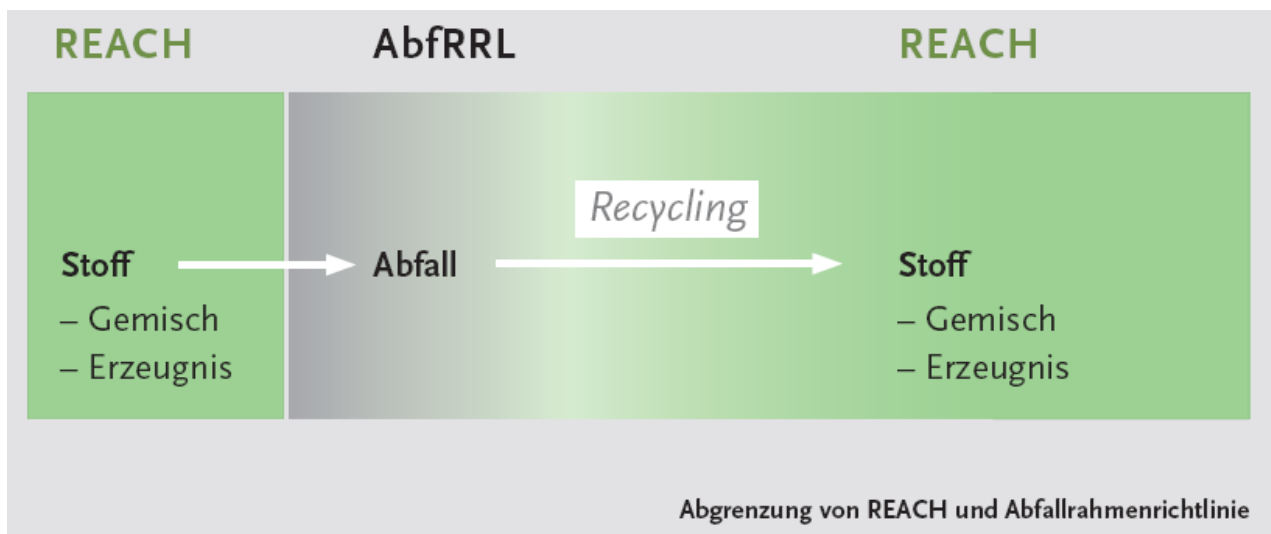
Wichtig für die Möglichkeiten des Recyclings von Kunststoffabfällen⁶⁶ ist ferner die Frage, ob und inwieweit Sekundärrohstoffe unter das REACH-Regime fallen. Die sog. **REACH-Verordnung** (EG) Nr. 1907/2006 (REACH-VO)⁶⁷ betrifft Stoffe, zu denen grundsätzlich auch Kunststoffe gehören, allerdings werden Abfälle weitgehend von den REACH-Pflichten ausgenommen. Rohstoffe fallen grundsätzlich unter die Verordnung. Die REACH-VO regelt in ihrem Anhang XVII „Beschränkungen der Herstellung, des Inverkehrbringens und der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe, Gemische und Erzeugnisse“. Die REACH-VO, so die EU-Kommission im Grünbuch zu einer europäischen Strategie für Kunststoffabfälle in der Umwelt (Europäische Kommission 2013a, 9) „ist von gewisser Relevanz für das Recycling von Kunststoffen. Obwohl die Verordnung besondere Bestimmungen enthält, die das Inverkehrbringen von Recyclingmaterialien erleichtern, kann die Verwendung von Zusatzstoffen in Kunststoffen in bestimmten Fällen der Einhaltung der REACH-Bestimmungen zuwiderlaufen, wenn die Verwendung der Zusatzstoffe in neuen Erzeugnissen nicht zulässig ist. Einige REACH-Verfahren sind auch für die Verbesserung der Ressourceneffizienz von Kunststoffen, einschließlich ihrer Recyclingfähigkeit, und im Hinblick auf die Risiken im Zusammenhang mit Kunststoffen in der Umwelt von Bedeutung. Zur Verringerung der Gefahren, die von bestimmten Kunststoffen ausgehen, stellen Beschränkungen nach wie vor das wichtigste Instrument dar. Das Instrument der Zulassung könnte eingesetzt werden, um die schrittweise Substitution derjenigen Kunststoffzusätze zu erlangen, die unter den in der EU hergestellten Kunststoffen die größten Bedenken hervorrufen.“

Das UBA hat mit der Erstellung der REACH-Handreichung für die Branche des Kunststoffrecyclings durch Ökopol (Jepsen/Reihlen/Sander/Wirth 2011) zur Klärung vieler Fragen beigetragen. Zu nennen ist auch der REACH-Helpdesk-Leitfaden des BAuA (BAuA 2011) und der von der ECHA herausgegebenen „Leitlinien zu Abfall und zurückgewonnenen Stoffen“ (ECHA 2010). Ferner ist es zu abgrenzenden Klärungen zwischen den Behörden und Wirtschaftsfachverbänden gekommen (Jepsen/Reihlen/Sander/Wirth 2011, 15). Somit können die nachfolgenden Differenzierungen inzwischen als gewisser Konsens in der Recyclingwirtschaft gelten:

⁶⁶ Auf die Fragen der Zulassung von Stoffen ist im Zusammenhang mit der späteren Verwendung von Rezyklaten einzugehen.

⁶⁷ VO v. 18.12.2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission, ABL Nr. L 396 v. 30.12.2006, S. 1, zuletzt berichtigt: Berichtigung der Verordnung (EU) Nr. 494/2011 der Kommission vom 20. Mai 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) hinsichtlich Anhang XVII (Cadmium) (ABL. L 134 vom 21.5.2011), zuletzt geändert durch Verordnung (EU) Nr. 2015/830 der Kommission vom 28. Mai 2015 (ABL. Nr. L 132 vom 29.5.2015).

Abbildung 78: Verhältnis REACH und AbfRRL



Quelle: BAuA 2001, S. 6

Im Detail gilt für das Verhältnis von REACH zum Abfallrecht (vgl. auch Kitzinger/Kopp-Assemacher 2009, 3 ff): Stoffe/Gemische/Erzeugnisse, die keine Abfälle sind, fallen zwingend unter REACH. Wird also ein Stoff verwendet, muss der Nutzer des Primärmaterials die REACH-Vorgaben mitsamt der ersten Registrierung beachten. Wird der Stoff nun Abfall, sind die Stoffe aber noch nicht durch Recycling in einen zweiten Lebenszyklus eingetreten, kommt REACH mit Einschränkungen zur Anwendung. Art. 2 Abs. 2 der REACH-VO legt fest, dass „Abfall im Sinne der Richtlinie 2006/12/EG des Europäischen Parlaments und des Rates gilt nicht als Stoff, Gemisch oder Erzeugnis im Sinne des Artikel 3 der vorliegenden Verordnung“ gilt. Abfälle sind aber insoweit nicht völlig dem REACH-Fokus entrückt: Die Stoffsicherheitsbeurteilung für alle nach REACH zu registrierenden Stoffe muss ausdrücklich auch auf die möglichen Expositionen während der Abfallphase eingehen und u.a. Vorgaben zu Risikomanagementmaßnahmen identifizieren (s. Abschnitt 5.2.2, Anhang I REACH-VO „(...) Emissionen während relevanter Lebenszyklusphasen“). Durch das spätere Recycling entfällt wiederum die Abfalleigenschaft (vgl. Art. 6 EU-Abfallrahmenrichtlinie) und es beginnt der zweite Lebenszyklus der Stoffe mit der Folge, dass eine zweite REACH-Registrierung erforderlich wäre (Jepsen/Reihlen/Sander/Wirth 2011, 6). Aus Abfällen hergestellte Stoffe und Gemische fallen nach Aufhebung der Abfalleigenschaft wieder ganz unter REACH, ebenso wie weiterverwendete Produktionsrückstände (soweit diese nicht z.B. wegen eines noch fehlenden Aufbereitungsschrittes als Abfall anzusehen sind) und Nebenprodukte aus Produktionsprozessen. Dies gilt z.B. für sog. Sekundärrohstoffe. Hierunter sind Stoffe zu verstehen, die durch Recycling aus Abfällen gewonnen werden und einen Primärrohstoff ersetzen (BAuA 2010a), die als solche jedoch weder in der Abfallrahmenrichtlinie noch in der REACH-Verordnung definiert werden.⁶⁸ Diese Stoffe sind unter bestimmten Voraussetzungen nach Art. 2 Abs. 7 d) von den Titeln II, V und VI der REACH-VO ausgenommen, d.h. für sie entfallen die Registrierungs-pflicht, die Regelungen über nachgeschaltete Anwender und die Bewertung. Sie unterliegen aber, was aus der Systematik folgt, weiterhin den Regelungen der Titel IV zu Informationen in der Lieferkette, VII über die Zulassung und VIII zu den Beschränkungen (Kitzinger 2007, 159 ff.; Rengeling

⁶⁸ Vgl. auch die entsprechende Antwort auf die Suchfrage „Sekundärrohstoff“ in der Deutschsprachigen Frage-Antwort-Liste der BAuA zur neuen EU-Chemikalienpolitik REACH, verfügbar: http://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/de/FAQ/_FAQ-Suche

2009, 605 ff.; Fluck 2007, 14). Das heißt, dass nach dem Recycling für gefährliche Stoffe und Gemische Sicherheitsdatenblätter nach Art. 31 REACH-VO zu erstellen sind. Auch für bestimmte nicht eingestufte Stoffe oder Gemische sind nach Art. 32 REACH-VO Informationen weiterzugeben (Sicherheitshinweise). Schließlich müssen -Produzenten von Erzeugnissen nach Art. 33 REACH-VO Informationen über besonders besorgniserregende Stoffe an ihre Kunden weitergeben.

Die 2009 in einem Gutachten im Auftrag des BDE formulierte Sorge vor mangelnden Klärungen scheint heute nicht mehr so aktuell zu sein wie damals. Das gilt auch für die damalige Forderung,

„die nach dem Abfallende für die Recyclingprodukte zur Anwendung kommende REACH-Regulierung so auszugestalten bzw. fortzuentwickeln, dass das Recycling von bestimmten Abfallströmen nicht durch Doppelregelungen und -prüfungen, administrative Erschwernisse und unnötigen Verwaltungsaufwand nach den Regelungen der REACH-VO konterkariert wird“ (Kitzinger/Kopp-Assenmacher 2009, 4).

Dennoch gaben in den Fragebögen dieses Projektes immerhin 32 % der Befragten an, sie hätten Probleme mit der Einhaltung der Anforderungen von REACH. Hier geht es offenbar weniger um Unklarheiten um die Anwendbarkeit oder die Reichweite der REACH-Bestimmungen, als vielmehr um Kosten oder andere Probleme bei der Sicherstellung, dass alle fachlichen Anforderungen der REACH-Vorgaben eingehalten werden.

Die REACH-VO dient nicht in erster Linie dem Ressourcenschutz. Die ressourcenschutzbezogenen Instrumente des Abfallrechts werden nicht durch entsprechende REACH-Instrumente ersetzt. Sobald die Stoffe, die REACH unterfallen, zu Produkten weiterverarbeitet werden, gelten im Übrigen aber die ressourcenschutzbezogenen Regelungen des Abfallrechts zur erweiterten Herstellerverantwortung etc.⁶⁹

Für das Recycling von Kunststoffabfällen bedeuten die REACH-Regeln folgendes: Nicht nur das Polymer wird von REACH erfasst, sondern auch die Zusatzstoffe (Additive). In der Praxis müssen hierfür Sicherheitsdatenblätter für die im Kunststoffabfall erwarteten Additive ausgefüllt werden. Der Kunststoffrecycler muss demnach, um den Anforderungen nach Art. 2 Abs. 7d REACH-VO gerecht werden zu können, Informationen zum registrierten Stoff haben. Den Hauptanwendungsfall bilden Polymere, bei denen der Recycler mithin Informationen (d.h. vor allem die Sicherheitsdatenblätter und Produktspezifikationen) zu „deren Monomere, sowie ggf. darin enthaltene(n) Additive(n) bzw. weitere Reaktanden“ benötigt (Jepsen/Reihlen/Sander/Wirth 2011, 16). Herrmann/Schulze (Herrmann/Schulze 2014, 16, 19 f.) haben auf Schwierigkeiten vor allem der Importeure von Kunststoffabfällen bzw. der Recycler von Post-consumer-Kunststoffabfällen hingewiesen, auch unter Inanspruchnahme des Fachwissens der Branchenverbände die in ihren Polymergemischen tatsächlich enthaltenen Monomere verlässlich zu bestimmen, was notfalls mittels Beprobung erfolgen muss. Gleiches gilt für die zurückgewonnenen Materialien nach der CLP-Verordnung bis zu einer „Berücksichtigungsgrenze“ (meist je nach Art der gefährlichen Eigenschaft bei 0,1 oder 1,0 %), was für das Recyclingunternehmen oft umfangreiche und kostenintensive Analysen nach sich zieht.

Die REACH-VO ist trotz der aufgezeigten Abfallrelevanz jedoch primär als Stoffsicherheits- und Gefahrenabwehrrecht einzuordnen. Sie hat damit angesichts der Zielstellung und des Anwendungsbereichs im Ergebnis allenfalls eine mittelbare Bedeutung für den Ressourcenschutz. Dennoch kann sie wie gezeigt unter mehreren Aspekten unmittelbare Auswirkungen auf die Wiederverwertung bzw. das

⁶⁹ Darüber hinaus können die Produkte Durchführungsmaßnahmen nach der als sog. Ökodesign-Richtlinie bekannten Richtlinie 2009/125/EG zur Umweltgerechten Gestaltung energiebetriebener Produkte 2009] Ökodesign-Richtlinie unterliegen. In ihr sind in Anhang I Methoden zur Festlegung allgemeiner Ökodesign-Anforderungen (gemäß Artikel 15 Absatz 6) bestimmt.

Recycling von Kunststoffabfällen entfalten. Die vom UBA beauftragte und durch Ökopool erstellte Handreichung Kunststoffrecycling und REACH (Jepsen/Reihlen/Sander/Wirth 2011, 15) beschrieb 2011 klare Anforderungen an ein Qualitätsmanagement für die Verwerter. Inzwischen hat sich aufgrund praktischer Branchenerfahrungen gezeigt, dass REACH einerseits als Chance für die Verwerter verstanden wird, hohen Qualitätsanforderungen gerecht zu werden. Andererseits entstehen durch die REACH-Vorgaben auch zusätzliche Kosten für das Kunststoffrecycling, u.a. durch uneinheitliche Umsetzung in den EU-Mitgliedsstaaten. Diese Kosten stellen ein **Hindernis für die deutschen Kunststoffrecyclingunternehmen** im europäischen Binnenmarkt bzw. sogar im Weltmarkt dar.

9.4.7 Neue Produkte mit Rezyklateinsatz

Bei den neuen Produkten muss zwischen Verpflichtungen zum vermehrten Einsatz von Recyclingkunststoffen, Haftungsrisiken beim Einsatz von Kunststoffrezyklaten sowie Problemen bei der Marktgestaltung für neue Produkte mit Rezyklateinsatz differenziert werden.

Bevor die aufgeworfenen Rechtsfragen beantwortet werden, soll zunächst als Vorfrage die **Zulassung von Rezyklaten als Stoffe im Sinne der REACH-VO** angesprochen werden. Für bestimmte Verwendungen von Stoffen, die für den Menschen und/oder die Umwelt besonders besorgniserregend sind (substances of very high concern, SVHC) und in Anhang XIV aufgenommen wurden, muss eine Zulassung beantragt werden. Es handelt sich um eine Pflicht, für die der Hersteller 2 (Lebenszyklus 2), der Recycler oder seine Kunden, selber die Verantwortung trägt. Bereits oben unter 9.4.6 wurden die allgemeinen Pflichten für das Recycling von Monomeren/Polymeren unter REACH beschrieben. Hier bei dem Einsatz von Rezyklaten sind zusätzlich mögliche Pflichten im Rahmen der Zulassung für Recyclingmaterialien mit SVHC-Stoffen aus dem Anhang XIV-REACH-VO zu diskutieren.

Wenn in den durch das Recyclingunternehmen gelieferten Rezyklaten bestimmte Stoffe mit besonders besorgniserregenden Eigenschaften enthalten sind, gilt für sie die Informationspflicht gemäß Artikel 31-33 der REACH-VO. Nach Art. 31 und Art. 32 bestehen bestimmte Informationspflichten für Stoffe und Gemische. Gemäß Art. 33 sind Lieferanten von Erzeugnissen verpflichtet, ihre Kunden zu informieren, dass bestimmte Stoffe im Rezyklat vorhanden sind. Maßgeblich sind Stoffe, die auf der Kandidatenliste (gemäß Artikel 59 REACH-VO) stehen und die in einer Konzentration von mehr als 0,1 Massenprozent im Rezyklat enthalten sind. Der Lieferant des Rezyklats muss die ihm vorliegenden Informationen (mindestens den Stoffnamen) an seinen Abnehmer übermitteln, die ausreichend sein müssen, um eine sichere Verwendung des Erzeugnisses zu gewährleisten.

Beim Vorhandensein bestimmter Stoffe im Rezyklat stellt sich die praktisch wichtige Frage der Erforderlichkeit einer Registrierung für Rezyklate nach der REACH-VO. Maßgebliche Vorschriften sind Art. 2 Abs. 9 der REACH-VO, wonach die Titel II und VI nicht für Polymere gelten, sowie Art. 6 Abs. 3 REACH-VO, der anordnet: „Der Hersteller oder Importeur eines Polymers reicht für den Monomerkstoff/die Monomerkstoffe oder einen anderen Stoff/andere Stoffe, der/die noch nicht von einem vorgeschalteten Akteur der Lieferkette registriert wurden, bei der Agentur ein Registrierungsdossier ein, wenn die beiden folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

- a) Das Polymer besteht zu mindestens 2 Massenprozent (w/w) aus einem derartigen Monomerkstoff/aus derartigen Monomerkstoffen oder einem anderen Stoff/anderen Stoffen in Form von Monomereinheiten und chemisch gebundenen Stoffen;
- b) die Gesamtmenge dieses Monomerkstoffes/dieser Monomerkstoffe oder anderen Stoffes/anderer Stoffe beträgt mindestens 1 Tonne pro Jahr.“

Der REACH-Helpdesk-Leitfaden des BAuA (BAuA 2011, 18) beschreibt die Sonderstellung von Polymeren beim Kunststoff-Recycling treffend wie folgt:

„Eine Besonderheit beim Recycling von Kunststoffen ist auf die Sonderstellung von Polymeren unter REACH zurückzuführen. Kunststoffe bestehen aus Polymeren. Polymere selbst müssen gemäß Artikel 2 Absatz 9 nicht registriert werden. Nach Artikel 6 Absatz 3 müssen aber die zur Herstellung verwendeten Monomere und sonstigen Reaktanten unter den genannten Bedingungen registriert werden. Dies gilt grundsätzlich auch für die Rückgewinnung von Polymeren, da diese der Herstellung eines Polymers entspricht. Im Falle des Recyclings von Polycarbonaten heißt das Folgendes: Die Monomere Bisphenol A und die entsprechenden Dicarbonsäuren, die zur Herstellung eines Polycarbonats verwendet wurden, müssen registriert sein, um vom Recycling-Privileg Gebrauch machen zu können. Mögliche Weichmacher, Pigmente oder sonstige Zusatzstoffe, die darüber hinaus den ursprünglichen Kunststoffen zugesetzt wurden und dort auch eine bestimmte Funktion erfüllt haben, werden unter folgenden Bedingungen als Verunreinigungen betrachtet:

1. Der Gehalt in dem zurückgewonnenen Stoff/Gemisch liegt unter 20 %.
2. Die Stoffe liegen als Bestandteile des Abfalls vor, sollen aber keine Funktion in dem zurückgewonnenen Stoff/Gemisch erfüllen.

In bestimmten Fällen kann die Grenze von 20 % aber auch heruntersetzt werden, wenn einzelne Komponenten eine bestimmte Funktion im zurückgewonnenen Polymer haben. Wenn ein Kunststoffabfall also bewusst so zusammengestellt wurde, dass der zurückgewonnene Kunststoff bestimmte Eigenschaften hat, können auch Bestandteile unter 20 % als Bestandteile eines Gemisches angesehen werden. Das ist z. B. der Fall, wenn die Eigenschaften des zurückgewonnenen Polymers nicht alleine über die ›reinen‹ Polymerkomponente(n) gewährleistet werden, sondern durch ›zusätzliche‹ beabsichtigt zugefügten Abfallkomponenten (z. B. mit hohem Weichmacheranteil oder mit bestimmten Farbpigmenten) erzielt werden. Es muss hier im Einzelnen geprüft werden, ob diese Stoffe potenziell registrierungspflichtig sind. In diesem Fall müssen auch für diese Stoffe die in Artikel 2 Absatz 7 d) genannten Voraussetzungen erfüllt sein, um vom Recycling-Privileg Gebrauch machen zu können.

Ein Beispiel hierfür ist die Wiedergewinnung von stabilisiertem PVC (Stabilisierung durch Calciumsalze von Fettsäuren). Wenn aus solchen PVC-Abfällen ein PVC Granulat hergestellt wird, in dem ein ursprünglich zugesetztes Calcium-Salz weiterhin als Stabilisator fungiert, so muss man davon ausgehen, dass das Salz als Komponente eines Gemisches zusammen mit PVC (und möglicherweise weiteren Komponenten) zurückgewonnen wird. Für den Stabilisator muss daher, auch wenn er zu weniger als 20 % im Granulat vorliegt, die Anwendbarkeit des Recycling-Privilegs geprüft werden. Wenn im Rezyklat ein Stoff oberhalb der Grenze von 20 % enthalten ist, handelt es sich in jedem Fall um ein Gemisch. So ist Weich-PVC, das aus 40 % Weichmacher (z. B. DEHP) und 60 % PVC besteht, immer als ein Gemisch zu betrachten.

Wichtig im Zusammenhang mit Polymeren ist außerdem, dass ein Unterschied besteht zwischen dem Informationsbedarf für die Inanspruchnahme des Recycling-Privilegs und der Informationsweitergabe für den rezyklierten Kunststoff. Für die Ausnahme von der Registrierung müssen die notwendigen Informationen nach Artikel 31 und 32 zu den potenziell registrierungspflichtigen Stoffen, also im Wesentlichen den verwendeten Monomeren vorliegen. Wird das Rezyklat an einen Kunden geliefert, muss das Recycling-Unternehmen diese Informationen zu den Monomeren und sonstigen Reaktanten nicht weitergeben. Es müssen aber Informationen, z. B. ein Sicherheitsdatenblatt, an den Abnehmer gegeben werden, wenn das Polymer-Rezyklat selbst als gefährlich eingestuft werden muss.“

Auch die Erfahrungen mit der Zulassung von Rezyklaten nach der REACH-VO (vgl. BauA 2012) zeigen, dass es aufgrund großer Komplexität einen recht hohen Aufwand bedeutet, aus dem Recycling stam-

mende Rezyklate dem Markt zuzuführen, wenn diese entsprechende Stoffe enthalten, die zulassungspflichtig sind. Der hohe Zulassungsaufwand kann als Hemmnis für das Kunststoffrecycling bezeichnet werden. Die Klärung der Identität der recycelten Stoffe nach der sog. 80/20 Regel und in Abhängigkeit der beabsichtigten Funktion der Bestandteile (Polymere und ggf. Additive) erscheint, zumindest was das Zahlenverhältnis angeht, willkürlich. Schließlich ist auf die mögliche Beschränkung der Verwendung von Stoffen einzugehen. Das Recycling-Privileg in Art. 2 Abs. 7 d REACH-VO nimmt zurückgewonnene Stoffe von der Beschränkung von Stoffen (Titel VIII REACH-VO) nicht aus. So erlaubt REACH für Stoffe, von denen ein unangemessenes Risiko für die menschliche Gesundheit oder die Umwelt ausgeht, die Beschränkung von Herstellung, Inverkehrbringen und Verwendung. Die zuständigen Behörden können Beschränkungen und auch, falls notwendig, Verbote verhängen. Diese Beschränkungen sind in Anhang XVII der Verordnung aufgelistet und gelten selbstverständlich auch für die Recyclingbranche. Für die Beschränkungen der Verwendung von Risikostoffen gilt, dass sie nur insofern ein Hemmnis für den Einsatz von Rezyklaten der Kunststoffrecyclingunternehmen darstellen, als ein Recycling und Kreislaufführung von Risikostoffen oft auch explizit nicht gewünscht ist.

9.4.7.1 Vermehrter Einsatz von Kunststoffrezyklaten

Das KrWG räumt in § 23 Abs. 4 dem Ordnungsgeber (d.h. der Bundesregierung) die Möglichkeit ein, den Grundsatz der Produktverantwortung in § 23 Abs. 2 Nr. 2 KrWG zu konkretisieren. Danach umfasst die Produktverantwortung (BMU 2010, 187) den vorrangigen Einsatz von verwertbaren Abfällen oder sekundären Rohstoffen bei der Herstellung von Erzeugnissen. Leider hat die Bundesregierung hiervon noch keinen Gebrauch von seiner Möglichkeit gemacht. Es handelt sich um Regelungen der erweiterten Herstellerverantwortung nach Art. 8 AbfRRL 2008/98/EG. Verwertbare Abfälle sind solche, die zur Wiederverwendung vorbereitet, recycelt oder nachrangig einer sonstigen Verwertung wie bspw. einer energetischen Verwertung oder Verfüllung zugeführt werden (Konzak 2013, § 23 KrWG Rn. 22.) Im Katalog der Tatbestände der Verordnungsermächtigung des § 24 KrWG ist der vermehrte Einsatz von Kunststoffrezyklaten nicht im Einzelnen aufgeführt. Die Aufzählung in § 24 KrWG ist abschließend, so dass offenbar derzeit keine Regelung getroffen werden soll. Grund für die Zurückhaltung des Gesetz- und Ordnungsgebers ist offenbar die Sorge vor spürbaren Eingriffen in die Produktionswirtschaft bzw. in Grundrechte der Unternehmen (Sanden/Schomerus/Schulze 2012, 155; Beckmann, 2008, 68; Smeddinck, 2009, 305). Anforderungen an die Produktgestaltung sowie an die Entwicklung, Herstellung und das Inverkehrbringen von Produkten sind bisher auf der Grundlage der bestehenden Verordnungsermächtigungen ungeachtet der Ankündigung des damaligen BMU im Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess) vom 29.02.2012 (BMU 2012, 50)⁷⁰ noch nicht erfolgt. Derzeit gelten keine Vorgaben für bestimmte Rezyklatanteile in bestimmten Produkten (Irrek/Barthel/Jepsen et al. 2011, 3).

Eine solche Verpflichtung zum vermehrten Einsatz von Kunststoffrezyklaten würde den Bedarf an solchen Stoffen bei der Güterproduktion steigern (Pull-Effekt der Nachfragesteigerung). Das müsste einen positiven Effekt auf die Bereitstellung von Rezyklaten haben mit der Folge, dass die Recyclingquote steigt und der Anteil der energetischen Verwertung sinkt. Etwas anderes würde nur dann gelten, wenn die Hersteller auf Rezyklate ausweichen, die nicht in Deutschland recycelt worden sind.

Die genannte deutsche KrWG-Regelung steht im Einklang mit der europäischen **Ökodesign-Richtlinie**, d.h. der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates v. 21.10.2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung

⁷⁰ Dort (S. 50) heißt es wörtlich: „Dafür wird die Bundesregierung insbesondere die bestehenden Verordnungsermächtigungen für Anforderungen an die Produktgestaltung, an Entwicklung, Herstellung und Inverkehrbringen von Produkten weiter ausschöpfen.“

energieverbrauchsrelevanter Produkte (Neufassung) (ABl. EU Nr. L 285 v. 31.10.2009, S. 10). Durch sie wurde die Vorgängerrichtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 06.07.2005 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte (ABl. EU Nr. L 191 v. 22.07.2005, S. 29) ersetzt. Nach Art. 1 setzt die Richtlinie einen Rahmen für die Festlegung gemeinschaftlicher Ökodesign-Anforderungen. Die technischen und sonstigen Details der Anforderungen an die unterschiedlichen Produkte werden in jeweils auf die einzelnen Produktgruppen abgestimmten Durchführungsmaßnahmen normiert oder, soweit dies schneller und kostengünstiger ist, von Selbstregulierungsmaßnahmen erfasst (s. Erwägungsgrund 18 der Ökodesign-Richtlinie).

Die Ökodesign-Richtlinie ist Teil der Umsetzung einer integrierten europäischen Produktpolitik. Neben der EU-Abfallrahmenrichtlinie stellt sie das zweite wesentliche Standbein für den Ressourcenschutz auf der Ebene des europäischen Sekundärrechts dar. Gemäß Art. 21 S. 2 der Richtlinie „bewertet die Kommission nach Anhörung des in Artikel 18 genannten Konsultationsforums insbesondere die Zweckmäßigkeit einer Ausweitung des Geltungsbereichs der Richtlinie auf nicht energieverbrauchsrelevante Produkte, um eine erhebliche Verringerung der Umweltauswirkungen während ihres gesamten Lebenszyklus zu erreichen, und legt dem Europäischen Parlament und dem Rat gegebenenfalls Vorschläge zur Änderung dieser Richtlinie vor. Im Ergebnis bedeutet dies, dass sich die EU-Ökodesign-Richtlinie dann auf sämtliche Produkte, also nicht nur auf die energieverbrauchsrelevanten Produkte erstrecken könnte (Schomerus/Spengler 2010, 61). Nach der Definition in Art. 2 Nr. 1 bezeichnet das „energieverbrauchsrelevante Produkt“ („Produkt“)

„einen Gegenstand, dessen Nutzung den Verbrauch von Energie in irgendeiner Weise beeinflusst und der in Verkehr gebracht und/oder in Betrieb genommen wird, einschließlich Teilen, die zum Einbau in ein unter diese Richtlinie fallendes energieverbrauchsrelevantes Produkt bestimmt sind, als Einzelteile für Endnutzer in Verkehr gebracht und/oder in Betrieb genommen werden und getrennt auf ihre Umweltverträglichkeit geprüft werden können“.

Nach der EU-Ökodesignrichtlinie muss, das ist mit Blick auf das Kunststoffrecycling hervorzuheben, u.a. auch die Menge der voraussichtlich entstehenden Abfallstoffe etc. betrachtet werden. Anhang I, Pkt. 1.3. sieht die Verpflichtung vor, Verbesserungen zu prüfen. U.a. geht es um die Verwendung von Recyclingmaterial. Darüber hinaus sind zu betrachten:

„d) Menge der voraussichtlich entstehenden Abfallstoffe und e) Möglichkeiten der Wiederverwendung, des Recyclings und der Verwertung von Material und/oder Energie unter Berücksichtigung der Richtlinie 2002/96/EG⁷¹“.

Bei den spezifischen Ökodesign-Anforderungen geht es nach Art. 15 Abs. 6 der Ökodesign-Richtlinie insbesondere um die Festlegung von Grenzwerten, bei der Methode zur Festlegung dieser Anforderungen spielen nach Anhang II Rezyklatanteile eine Rolle. So kann es sich um

„Anforderungen für die reduzierte Verwendung eines bestimmten Materials handeln, wie etwa der Begrenzung der Verwendung dieses Materials in den verschiedenen Stadien des Lebenszyklus des Produkts (z.B. Begrenzung [...] des Verbrauchs eines bestimmten Materials bei der Herstellung oder Mindestanforderungen für die Verwendung von Recyclingmaterial“

handeln. In einem ersten Schritt werden die Ökodesign-Parameter nach Anhang I Teil 1 ermittelt, um dann in einem zweiten im Komitologieverfahren die Höhe der Anforderungen (z.B. in Form von Grenzwerten) festzulegen.

⁷¹ Richtlinie 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27.01.2003 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (ABl. EU L 37, S. 24 v. 13.02.2003).

Als Defizit ist festzuhalten, dass die Bundesregierung von der Verordnungsmöglichkeit in § 23 Abs. 4 KrWG noch keinen Gebrauch gemacht und damit den Grundsatz der Produktverantwortung in § 23 Abs. 2 Nr. 2 KrWG noch nicht konkretisiert hat.

9.4.7.2 Haftungsrisiken

Im Folgenden geht es bei der rechtlichen Analyse um die Frage, ob mit dem Einsatz von verwertbaren Abfällen bei neuen Produkten rechtliche Risiken verbunden sind.

Die Verordnung (EG) Nr. 282/2008 der Kommission vom 27. März 2008 über Materialien und Gegenstände aus recyceltem Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen, und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 2023/2006 (EG-Recycelter KunststoffVO). Gegenstand der Verordnung sind Recycling-Kunststoffe, die in Kontakt mit Lebensmitteln kommen. Sie enthält vor allem Anforderungen an Materialien und Gegenstände aus recyceltem Kunststoff (Art. 3), Anforderungen für die Kennzeichnung von Materialien und Gegenständen aus recyceltem Kunststoff (Art. 11) sowie die Einrichtung eines Systems der Konformitätserklärung und Dokumentation (Art. 12). Für die Verwendung von recyceltem Kunststoff werden Übergangsvorschriften vorgesehen (Art. 13, 14).

Ein Hindernis sind mögliche Produkthaftungsrisiken beim Einsatz von Sekundärrohstoffen.

1. These „Produkthaftungsrisiken beim Einsatz von Sekundärrohstoffen“: Das Fremdmaterial in rezyklierten Alt-Kunststoffen könne Schwachstellen in neuen Produkten verursachen. Das sei mit der Produkthaftung des Herstellers unvereinbar.

So wird in branchentypischen allgemeinen Geschäftsbedingungen die Produkthaftung vom Hersteller des späteren Kunststoffproduktes auf den Kunststoffhersteller verlagert. Das gilt teilweise auch dann, wenn Gegenstand Recycling-Kunststoffe sind, die nicht in Kontakt mit Lebensmitteln kommen. So heißt es z.B.:

„§ 10 Produkthaftung

Wird die P. GmbH aufgrund von Produkthaftung in Anspruch genommen, ist der Auftragnehmer verpflichtet, die P. GmbH von derartigen Ansprüchen frei zu stellen, wenn und soweit der Schaden durch einen Fehler der vom Auftragnehmer gelieferten Ware verursacht worden ist. Der Auftragnehmer hat die P. GmbH insbesondere von sämtlichen Kosten einschließlich der Aufwendungen für gebotene Rückrufaktionen und der gesetzlichen Kosten gebotener Rechtsverfolgung frei zu stellen. In den Fällen verschuldensabhängiger Haftung gelten die vorstehenden Regelungen jedoch nicht, soweit den Auftragnehmer kein Verschulden trifft. Im Übrigen gelten die gesetzlichen Bestimmungen.“

Das ist zu weitgehend und stellt ein Hindernis für das Kunststoffrecycling und den vermehrten Absatz der Rezyklate dar. Auch versuchen die Recyclingbetriebe, die Verantwortung für Fremdstoffe im zu verwertenden Material auf die Sammelbetriebe zu verlagern (vgl. zu Schadensersatzansprüchen des Abfallkunststoffverwerter gegen den Sammler im dualen System etwa OLG Schleswig, Urteil vom 07.03.2000 – U 1/98, NJW-RR 2000, 896). So ist beispielsweise in den AGB zwischen einem Recyclingbetrieb und einem Sammelbetrieb eine Versicherungsverpflichtung mit folgendem Wortlaut enthalten:

„§ 11 Haftpflicht- und Produkthaftpflichtversicherung

(1) Der Auftragnehmer hat auf eigene Kosten für die Dauer des Vertrages, einschließlich Garantiezeiten und Verjährungsfristen für Mängelansprüche, eine Haftpflichtversicherung mit branchenüblichen Konditionen abzuschließen, deren Bestehen er auf Verlangen der P. GmbH durch Kopie der Versicherungspolice nachzuweisen hat.

(2) Darüber hinaus hat der Auftragnehmer der P. GmbH bei Vertragsbeginn und auf jederzeit mögliches Verlangen eine Produkthaftpflicht- und Rückrufversicherung mit einer Deckungssumme von mindestens € 1.000.000 pro Haftungsfall durch Kopie der Versicherungspolice nachzuweisen und den Versicherungsschutz auch nach vollständiger Erfüllung der gegenseitigen vertraglichen Pflichten für die Dauer von zehn Jahren nach Inverkehrbringen der verarbeiteten Liefergegenstände durch die P. GmbH aufrechtzuerhalten.“

Auch hier sind die AGB so zu verstehen, dass die Haftung vom Hersteller des Produktes auf den Rezyklathersteller verlagert wird. Das ist zu weitgehend und wirkt als ein Hindernis für das Kunststoffrecycling und den Einsatz von Rezyklaten.

2. These: Risiken durch Schadstoffbelastungen

Neben der Produktsicherheit im eigentlichen Sinne spielt auch der Schutz vor einer mit der Produktverwendung einhergehenden Schadstoffbelastung eine Rolle.

Alle Verbraucherprodukte, d.h. jene Produkte, die für Verbraucher bestimmt sind oder unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen von Verbrauchern benutzt werden können (§ 2 Nr. 26 des Produktsicherheitsgesetzes – ProdSG Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt – Produktsicherheitsgesetz vom 8.11.2011, BGBl. I 2011, S. 2179.) dürfen ausschließlich sicher auf dem Markt bereitgestellt werden. Hieraus leitet sich eine Kennzeichnungs- und Hinweispflicht ab, die sich auf Gefahren bezieht, die von dem Verbraucherprodukt während der üblichen und vorhersehbaren Gebrauchsdauer ausgehen und die für den Verbraucher ohne entsprechende Hinweise nicht unmittelbar erkennbar sind, die er nicht beurteilen und gegen die er sich nicht schützen kann, § 6 Abs. 1 Nr. 1 ProdSG (Schlacke/Stadermann/Grunow 2012, 45). § 23 Abs. 2 KrWG gestaltet die vor allem für den Produkthersteller bestehende Produktverantwortung dahingehend aus, dass nach Nr. 3 „die Kennzeichnung von schadstoffhaltigen Erzeugnissen, um sicherzustellen, dass die nach Gebrauch verbleibenden Abfälle umweltverträglich verwertet oder beseitigt werden“, verpflichtend ist. Nach § 23 Abs. 3 KrWG bleiben aber die Anforderungen des Produktsicherheitsrechts unberührt.

Sowohl die Hersteller als auch die Vertreiber vieler Produkte legen mit Blick auf die Gefahrenschwelle, aber auch darüber hinaus, Wert auf möglichst geringe Gehalte an Schadstoffen. Jedes Rezyklat(produkt) muss je nach Einsatzbereich auf mögliche Gefahren hin bewertet werden. So liegen aus der Registrierung der Kunststoffrezyklate nach REACH Erkenntnisse zu etwaigen Schadstoffen vor. Die Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen („Classification and Labelling of Packaging“ (CLP), die auf dem Globally Harmonised System (GHS) der Vereinten Nationen (UN) beruht, sichert die Ermittlung gefährlicher Chemikalien. Ferner garantiert sie die Unterrichtung der Verbraucher durch standardisierte Symbole und Warnhinweise auf den Verpackungsetiketten sowie durch Sicherheitsdatenblätter. Nebeneffekt ist es, dass die Informationen der Förderung der Produktion von weniger gefährlichen Kunststoffen dienen, was die Einsatzmöglichkeiten bzw. die Recyclingmöglichkeiten von Kunststoffen in Europa erweitert. „Ist nach der Prüfung der gefährlichen Eigenschaften des Gemisches eine REACH-Einstufung als gefährlich notwendig, muss der Recycler ein Sicherheitsdatenblatt erstellen und an seinen Kunden weitergeben“, heißt es in der UBA-Handreichung (Jepsen/Reihlen/Sander/Wirth 2001, 36). Das in der Praxis nach dem Einsatz von Checklisten entstehende Bewertungsprotokoll für aus Recycling entstandene neue Kunststoffe ist Basis für erforderliche Kennzeichnungen und ggf. weitere Sicherheitsprüfungen, wenn das Material für neue Produkte eingesetzt wird. Referenzpunkte sind die einschlägigen Normen und technischen Regelwerke. Höchstwerte insbesondere für das Auftreten von Schwermetallen finden sich vor allem in der überarbeiteten EU-RoHS-Richtlinie 2011/65/EU (Restriction of Hazardous Substances), der DIN EN 71 (Spielzeugnorm) oder auch im amerikanischen CPSIA (Consumer Product Safety Improvement Act). Auch das Produktsicherheitsgesetz (ProdSG) enthält Vorgaben. Auch dürfen nach der RoHS-Restriktion in Kunststoffprodukten Grenzwerte von 1000 ppm

für Blei (Pb), Quecksilber (Hg), hexavalentem Chrom (Cr VI) und Brom-Verbindungen (PBB, PBDE) nicht überschritten werden. Für Cadmium (Cd) liegt die Grenze sogar bei 100 ppm.

Mit Blick auf die im Wege des Kunststoffrecyclings gewonnenen Produkte hat die EU eine Entscheidung zu Schwermetallgrenzwerten für Kunststoffkästen und -paletten erlassen (Entscheidung 2009/292/EG): Entscheidung der Kommission vom 24.03.2009 zur Festlegung der Bedingungen, unter denen die in der Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Verpackungen und Verpackungsabfälle festgelegten Schwermetallgrenzwerte (100 Gewichts-ppm) nicht für Kunststoffkästen und -paletten gelten (bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2009) 1959) (2009/292/EG)-[Schwermetallgrenzwerte für Kunststoffkästen und -paletten].

Besonders streng sind die Anforderungen für solche Kunststoffprodukte, die nach ihrer Bestimmung mit Lebensmitteln in Verbindung kommen sollen. Hier sei auf die Querverbindung mit der Verordnung (EG) Nr. 282/2008 der Kommission vom 27.03.2008 über Materialien und Gegenstände aus recyceltem Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen, und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 2023/2006 (KunststoffrecyclingVO)⁷² hingewiesen, die einen generellen Rahmen für die Anforderungen an recyceltes Kunststoff setzt. Auf diesem Feld regelte bereits die Richtlinie 2002/72/EG, geändert durch Verordnung der Kommission (Nr. 975/2009) vom 28.10.2009, ein Gemeinschaftsverzeichnis von Additiven, die bei der Herstellung von Materialien und Gegenständen aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen, verwendet werden dürfen. Seit 2010 dürfen zur Herstellung von Materialien und Gegenständen aus Kunststoff (die dazu bestimmt sind mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen) nur die in Anhang III dieser Richtlinie angeführten Zusatzstoffe verwendet werden (Positivliste gem. Art. 4 der Richtlinie 2002/72/EG). In der Vergangenheit sind mehrfach auf Vorschlag der EU-Kommission bestimmte Substanzen nicht in das Verzeichnis aufgenommen worden. Beispiel ist 2,4,4'-Trichloro-2'-hydroxydiphenylether, das die Kommission heraushalten will. Sie hat dem Europäischen Rat einen entsprechenden Vorschlag unterbreitet (Europäische Kommission 2010), über den noch nicht entschieden wurde. Die Mitgliedstaaten haben in Umsetzung der Richtlinie ihrerseits Vorgaben getroffen (s. etwa für Österreich: Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über Gebrauchsgegenstände aus Kunststoff, die für die Verwendung bei Lebensmitteln bestimmt sind, Kunststoffverordnung 2003, StF: BGBl. II Nr. 476/2003, zuletzt geändert durch VO v. 14.02.2011, BGBl. II Nr. 45/2011). Inzwischen wurde die Richtlinie 2002/72/EG durch die Plastic Implementation Measure (PIM) Regulation EC/10/2011 ersetzt. Enthalten ist eine Liste von Monomeren sowie sonstiger Substanzen wie Zusatzstoffen, die in der Fabrikation der Abpackung von Lebensmitteln zugelassen sind. Diese Stoffe wurden einer Risikobewertung unterzogen, bevor sie autorisiert wurden. Die Liste basiert auf 20 Jahren Forschung über die Migration von Schadstoffen (insbesondere von Kunststoffhärtungsmitteln etc.).

Ein besonderes Problem in der öffentlichen Wahrnehmung stellen die Phthalate dar, die in sog. Weichmachern enthalten sind. So müssen etwa Kabelummantelungen aus PVC flexibel gehalten werden. Man unterscheidet niedermolekulare (z.B. Diethylhexylphthalat (DEHP), Dibutylphthalat (DBP) oder auch Benzylbutylphthalat (BBP) und hochmolekulare Weichmacher sowie Spezialweichmacher für ganz bestimmte Einsatzgebiete. Vor allem die niedermolekularen Weichmacher sind nach REACH registriert worden (Informationszentrum für Weichmacher und Weich-PVC 2013). Der Recyclingprozess ist Teil des Lebenszyklus des Stoffes und als solcher im Rahmen der Expositionsbewertung unter REACH und damit insbesondere auch in dem Stoffsicherheitsbericht zu betrachten, der bei Herstellungsmengen über 10 Jahrestonnen den Registrierungsunterlagen beizufügen ist. Unwahrscheinlich ist, dass die Recyclingwirtschaft die z.B. bei Primärkunststoffen eingesetzten Additive kennt, die

⁷² Vom 27.03.2008, ABl. EG L 86 S. 9.

im jeweiligen Abfallstrom grundsätzlich auftauchen bzw. weiß, welche Zusätze sich in den erzeugten Sekundärmaterialien potentiell wiederfinden lassen. Die Bundesregierung (Bundesregierung 2012, 6) konnte 2012 keine Aussage treffen, ob sich die Situation in der Praxis durch REACH verbessert hat. „Informationen zu den bei Primärkunststoffen jeweils eingesetzten Additiven sind gegenwärtig kaum öffentlich zugänglich. Unmittelbare Rückschlüsse auf Eigenschaften eines konkreten Abfallstroms dürften zumindest im Bereich Produktabfälle aber selbst bei Vorliegen dieser Informationen regelmäßig kaum möglich sein, da sich z. B. die Fraktion Kunststoffabfälle aus einer Vielzahl nicht konkret bekannter Produkte zusammensetzt. Anders könnte sich die Lage künftig hingegen im Bereich Produktionsabfälle darstellen“.

Einen zusätzlichen Merkposten stellt die Verwendung von Bisphenol-A (BPA), dem chemischen Grundbaustein von Polycarbonat-Kunststoff und Epoxidharz dar. Für diesen Stoff wurde eine Sicherheitsbewertung auf der Grundlage der EU-Altstoff-VO vorgenommen (PlasticsEurope's PC/BPA-group 2013-2). Vorsorglich wurde mit dem 01.03.2011 die Herstellung, und seit dem 01.06.2011 auch der Verkauf von BPA-basierten Polycarbonat-Babyflaschen in Europa verboten (PlasticsEurope's PC/BPA-group 2013-1).

Kein rechtliches Problem stellt es dar, dass die Anforderungen der Abnehmer häufig über die gesetzlichen Vorgaben hinausgehen, d.h. die Endabnehmer/Verbraucher auf die Aussage „keine gefährlichen Inhaltsstoffe“ abstellen, anstatt die Einhaltung gesetzlich vorgeschriebener Höchst-Grenzen ausreichend sein zu lassen.

Nicht zuletzt ist die Verwendung von Nanotechnologie bei der Herstellung von Kunststoffrecyclingprodukten unter dem Aspekt der inhalativen Aufnahme nach wie vor ein ernst zu nehmendes Thema. So könnten gefärbte Kunststoffrezyklate Farbstoffe (Farbpigmente) im Nanogrößenbereich (<100nm gem. ISO –TS 27687) enthalten, etwa bei Verwendung von Carbon Black (10-80nm), von Titanium Dioxide (20-1000 nm), von Zinc Oxide (20-1000 nm), von Silica (<100 nm) sowie von Iron oxide (50-1000 nm). Wegen der Verwendung dieser Farbstoffe ist es für die Kunststoffrecyclingindustrie nicht möglich, die teilweise vom Markt verlangte Nicht-Verwendung von Nano-Material in der Produktkette zu bescheinigen (British Plastics Federation 2009). Unabhängig davon werden alle Zusatzstoffe zu den Polymeren, die in Lebensmittelanwendungen verwendet werden, gemäß Annex III der EU Richtlinie 2002/72/EG oder entsprechend nationaler Vorschriften als anerkannte Substanzen aufgeführt.

Die notwendigen Produktsicherheitsprüfungen bzw. chemischen Analysen werden durch die für diesen Zweck (z.B. Lebensmittel) akkreditierte Prüflabore durchgeführt.

9.4.8 Sonstige rechtliche Hindernisse

Zielsetzung der Studie ist das Aufspüren von Hindernissen für eine vermehrte stoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen. Weil die werkstoffliche und die energetische Verwertung von Kunststoffabfällen zueinander in direkter Konkurrenz stehen, lohnt sich unter dem Aspekt der Steuerungswirkung der Blick auf die rechtlichen Regelungen für die energetische Abfallverwertung.

So wird in der Branche des Kunststoffrecyclings auf die erfolgte Abschaffung der **abfallrechtlichen** Planfeststellung für thermische Abfallbehandlungsanlagen nach der Wiedervereinigung hingewiesen, die wegen der im Immissionsschutzrecht geltenden gebundenen Entscheidung ohne wirkliche Bedarfsprüfung zu einer Vermehrung der Kapazitäten der Müllverbrennungsanlagen in Deutschland geführt habe (s.o. bereits unter 9.2.1.1). Auch ließe sich die These vertreten, die 17. Verordnung zum BImSchG über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen (v. 02.05.2013, BGBl. I S. 1021, 1044) stelle zu wenig strenge Anforderungen mit der Folge, dass der Kunststoffabfall zu einem viel zu hohen Prozentsatz in die energetische Verwertung gehe.

Zum einen sind Zweifel angebracht, ob dieser Befund zu geringer formeller und materieller Standards wirklich zutrifft. Nicht defizitär sind die materiellen Standards: Dass die Anforderungen der 17.

BlmSchV mit ihren strengen Emissionsgrenzwerten nicht ausreichend seien, dürfte spätestens nach der erfolgten Neufassung nicht realistisch sein. So ist etwa der Stickstoffoxid-Grenzwert für Müllverbrennungsanlagen auf 100 mg/Nm³ halbiert worden, was alle Anlagen betrifft, die ab 2013 in Betrieb gehen oder wesentlich verändert werden und eine Wärmeleistung von 50 MW oder mehr erreichen. Wie jedoch bereits oben unter 9.2.1.1 ausgeführt, sind die im Zusammenhang dieser Studie relevanten größeren Abfallverbrennungsanlagen im immissionsschutzrechtlichen Planfeststellung zu genehmigen, was zu Defiziten bei der Bedarfs- und Alternativenprüfung führt. Ebenso konnten oben Defizite bei der Abfallwirtschaftsplanung hinsichtlich der Müllverbrennungsanlagenkapazitäten herausgearbeitet werden.

Zum anderen ist zu sehen, dass die Abfallwirtschaft durch das Kreislaufwirtschaftsgesetz 2012 stärker als bisher auf die Abfallvermeidung und auch das Recycling ausgerichtet wurde. Das wird, so zumindest die Einschätzung (ITAD 2013a), zu einem erheblichen Rückgang der energetischen Verwertung führen. Wieweit der Rückgang aber wirklich erheblich ist, ist schwierig zu beurteilen. Vor allem die nach wie vor gültige 11.000 KJ-Grenze zur Gleichwertigkeit von Verbrennung und Verwertung spricht gegen eine signifikant günstigere Entwicklung.

Die Deponierung von Kunststoffabfällen ist demgegenüber nicht Gegenstand, weil sie nach dem deutschen Deponierecht (Verbot der Deponierung unvorbehandelter Abfälle seit 2005) nicht mehr zulässig ist – das deutsche Deponierecht kann demnach kein Hindernis für das Kunststoffrecycling in Deutschland darstellen, sondern begünstigt dieses.

9.4.9 Analyse der institutionellen Hindernisse

Als ein mögliches institutionelles Hindernis kommt das Fehlen einer europäischen Agentur für das Abfallrecht bzw. für das Recycling von Abfällen inklusive von Kunststoffen in Betracht. In einer von der EU-Kommission beauftragten Machbarkeitsstudie (Milieu Ltd, AmbienDura and FFact 2009) wurde die Errichtung einer Waste Implementation Agency empfohlen. Sie soll zum Abbau von Defiziten bei der Anwendung und Durchsetzung des EU-Abfallrechts beitragen. Hierzu soll sie das Recht zu eigenen Kontrollen in den EU-Mitgliedstaaten haben und selbst bei der Kommission angesiedelt sein. Zu ihren Aufgaben soll es auch zählen, die Durchsetzungssysteme der einzelnen Mitgliedstaaten zu prüfen bzw. staatenübergreifend Kontroll- und Inspektionsaktivitäten zu koordinieren. Schließlich soll die Fortbildung von Behördenmitarbeitern in den Mitgliedstaaten zu ihren Aufgaben gehören. Auf der Kostenseite gehen die Verfasser von ca. 16 Millionen Euro plus Anlaufkosten in Höhe von 1,6 Millionen Euro in den ersten zwei Arbeitsjahren aus. Auf der Nutzenseite werden vermiedene Sanierungskosten für illegale Entsorgungsaktivitäten oder technisch unzureichende Deponien erhofft. Ebenso sollen Treibhausgasemissionen in Höhe von 200 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten einzusparen sein.

Schon auf der institutionellen Ebene bestehen Zweifel, ob eine neue Europäische Abfallagentur neben der bestehenden europäischen Umweltagentur (EEA) in Kopenhagen wirklich erforderlich ist. Wichtige Aufgabe der EEA ist schon heute die Unterstützung der Gemeinschaft und der Mitgliedsländer, sodass sie fundierte Entscheidungen in Bezug auf die Verbesserung der Umwelt, die Einbeziehung von Umweltbelangen in die Wirtschaftspolitik und die Verwirklichung einer dauerhaften und umweltgerechten Entwicklung treffen können. So spricht nichts dagegen, der Europäischen Umweltagentur ggf. weitere Aufgaben zu übertragen. So ist etwa an Aufgaben zu denken, die aus vom IMPEL-Netzwerk (Implementation and Enforcement of Environmental Law – Umsetzung und Durchsetzung von Umweltrecht) aufgezeigten Vollzugsdefiziten herrühren. Das IMPEL-Netzwerk ist aber schon bisher eng mit dem Netzwerk der Europäischen Umweltagenturen (EPA-Netzwerk) verbunden (UBA 2013).

Schließlich stehen der Gründung einer neuen Agentur europarechtliche Bedenken gegenüber. Seit der sog. Meroni-Entscheidung des EuGH von 1958 (EuGH, 13.06.1958 - 9/56, Slg. 1958, 11) steht

fest, dass es der Kommission nicht freisteht, nach Belieben neue Agenturen zu gründen. Mag auch die EU-Kompetenz für den Umweltbereich (Art. 191 ff. AEUV) unter Ressourcenschutzaspekten möglicherweise ausreichen, so spricht gegen eine europäische Agentur jedenfalls das Subsidiaritätsprinzip (Wissenschaftlicher Dienst des Deutschen Bundestages 2006; Wittinger 2008; Kühling 2008). Verankert ist das Prinzip in Art. 5 Abs. 3 des Vertrags über die Europäische Union (EUV) und Protokoll (Nr. 2) über die Anwendung der Grundsätze der Subsidiarität und der Verhältnismäßigkeit. Das Subsidiaritätsprinzip schließt ein Tätigwerden der Union aus, wenn eine Angelegenheit auf nationaler, regionaler oder lokaler Ebene wirksam durch die Mitgliedstaaten geregelt werden kann, und es ermächtigt die Union, ihre Befugnisse auszuüben, wenn die Ziele einer in Betracht gezogenen Maßnahme von den Mitgliedstaaten nicht ausreichend erreicht werden können. Hierfür sind keine Defizite aufgezeigt worden; vielmehr weist die EU in ihrem Grünbuch zum Kunststoffrecycling auf erhebliche Vollzugsdefizite der Mitgliedsstaaten hin.

Fraglich ist ferner, ob in Deutschland ein Bedarf für die Gründung einer Recyclingagentur besteht, die zu Fragen des Kunststoffrecyclings tätig wird. Man könnte an eine Institution nach dem Muster der „Deutschen Rohstoffagentur“ für die Deutsche Wirtschaft denken, zu der die BGR im Mai 2010 seitens des Bundeswirtschaftsministers erklärt wurde. Eher sinnvoll erscheint es, ein Netzwerk nach dem Muster des „Netzwerks Ressourceneffizienz“ zu etablieren, welches federführend durch das Wuppertal Institut in Zusammenarbeit mit der Deutschen Materialeffizienzagentur (demea) und der Effizienz-Agentur NRW betreut wird (http://www.netzwerk-ressourceneffizienz.de/to_join/ziel_amp_angebote/index.html). Die demea basiert auf einer Initiative des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie und soll zur Bewusstseins-schärfung für Materialeffizienz beitragen, Unternehmen zur Erschließung von Materialeffizienzpotenzialen motivieren sowie einen Pool von Materialeffizienzberatern betreuen (<http://www.demea.de/ueber-demea>). Hierzu gibt es Förderprogramme zur Verbesserung der Materialeffizienz und zur Förderung von Netzwerken. Es erscheint grundsätzlich möglich, die Aktivitäten zur Materialeffizienz auch auf das Recycling bzw. speziell den vermehrten Einsatz von Kunststoffzyklen zu erweitern.

9.4.10 Ergebnis zu rechtlichen und institutionellen Hindernissen

Im Ergebnis zeigt die Bestandsaufnahme der bestehenden rechtlichen Regelungen diverse Defizite. International bestehen keine speziellen Abkommen oder Konventionen über Kunststoffabfälle. Die bestehenden indirekten Regelungen (insbes. Basler-Übereinkommen/OECD, POP-Konvention, Meeres-schutzabkommen etc.) können Umweltprobleme, wie etwa u.a. den zunehmenden Eintrag von Kunststoffmüll in die Meere, nicht verhindern. Der EU- Rechtsrahmen für den Umgang mit Kunststoffabfällen erscheint, so zeigt die Analyse, nicht hinreichend. Die geltenden EU-Regelungen für Kunststoffabfälle, insbesondere die AbfallRahmenRiLi, die EG-Recycler KunststoffVO (EG) 282/2008, die VerpackungsRiLi 94/62/EG bzw. 2005/20/EG, die Altfahrzeug-RiLi 2000/53/EG bzw. 2011/37/EU, die EU-Elektro-Altgeräte-RiLi 2012/19/EU die Ökodesign-RiLi 2009/125/EG sowie die REACH-VO führen in der derzeitigen Fassung nicht zu hinreichenden Anreizen zu einer sinnvolleren Nutzung des Potenzials von Kunststoffabfällen zum Zweck der Ressourcenschonung. Der gleiche Befund gilt für die nationale Ebene: Zwar wurden mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz und der Verpackungsverordnung generelle und konkrete Vorgaben gemacht. Es fehlen jedoch noch Vorgaben für die Wertstofftonne sowie eine Verordnung, die sich der Kunststoffkaskadennutzung widmet.

Die Analyse der rechtlichen Hindernisse, ausgerichtet auf die größten Steigerungspotenziale zur werkstofflichen Verwertung insbesondere für Kunststoffe in gemischten gewerblichen Abfällen sowie für die in Haushalten anfallenden Verpackungs- und Nichtverpackungskunststoffabfälle, offenbart in allen Stufen des Stoffkreislaufs Defizite. Schon beim Anfall der Kunststoffabfälle bestand bis 2015 keine rechtliche Verpflichtung zur Getrennthaltung bestimmter Kunststoffabfälle. Wesentliches Problem bei den gewerblichen Siedlungsabfällen ist jedoch insbesondere die unzureichende Getrennterfassung in der Praxis. Zu kritisieren ist vor allem, dass die entstehenden Gemische derzeit und nach

geltendem Gewerbeabfallrecht zulässig nicht Vorbehandlungsanlagen mit einem Mindeststandard zugeführt werden. Hinzu kommt die fehlende Kontrolle der Vorbehandlung von Gemischen. Die Rücknahmepflichten für Verkaufsverpackungen, die nicht beim privaten Endverbraucher anfallen (§ 7 VerpackV) bedeuten keine Pflicht zur Getrennthaltung von kunststoffhaltigen Abfällen. Bei der Sammlung fehlt eine rechtliche Verpflichtung etwa zur sortenreinen Erfassung von Kunststoffabfällen. Die Erhöhung der kunststoffspezifischen Recyclinganteile aus den Sammlungssystemen der Elektroaltgeräteentsorgung wird durch die vorgegebenen Quotierungen nach Gerätekategorien nur mittelbar unterstützt, da sie nicht auf die Menge enthaltener Kunststoffe beziehen (Bezugsgröße ist immer die insgesamt der Verwertung zugeführte Menge in einer Kategorie). Als weitere Defizite festzuhalten sind das Fehlen eines Wertstoffgesetzes bzw. verordnungsrechtlicher Vorgaben für die Wertstoffeffassung (vgl. die Verordnungsermächtigung in § 10 Abs. 1 Nr. 3 KrWG).

Bei der Behandlung besteht ein erstes Defizit darin, dass die nach § 8 Abs. 2 KrWG vorgesehene Rechtsverordnung, in der für bestimmte Abfallarten der Vorrang oder Gleichrang einer Verwertungsmaßnahme zu bestimmen und Anforderungen an die Hochwertigkeit der Verwertung festzulegen sind (ökobilanzielle Überlegungen), fehlt. Das größte Defizit besteht aber darin, dass die Recyclingquoten in der Verpackungsverordnung oberhalb der Schutzquote (36 %) keine hinreichenden Anreize setzen. Bei der AltfahrzeugVO wirkt die eigentlich bestehende Demontagepflicht für große Kunststoffteile an sich positiv für das Kunststoffrecycling. Faktisch wird jedoch vorrangig von der „angebotenen“ Ausnahme (Post-Shredder-Verwertung) Gebrauch gemacht. Bei den qualitativen Anforderungen an die Verwertung ist als Defizit zu bewerten, dass es bisher im KrWG an einer Ermächtigungsgrundlage für die Festlegung qualitativer Anforderungen an die Verwertung fehlt. Auf einer solchen Basis könnte eine Kunststoffverordnung mit der Festlegung einer kaskadenartigen Nutzung von Kunststoffen erlassen werden.

Es besteht noch keine Verpflichtung im Lichte der Produktverantwortung, bei neuen Produkten für einen vermehrten Einsatz von recyceltem Kunststoff (§ 23 Abs. 2 Nr. 2 KrWG) zu sorgen, weil von der Verordnungsermächtigung des § 23 Abs. 4 KrWG noch kein Gebrauch gemacht wurde bzw. keine Ermächtigung für Rezyklatquoten in den §§ 24-26 KrWG eröffnet ist. Neue Produkte mit Rezyklatanteil sind sehr hohen Anforderungen und Produkthaftungsrisiken ausgesetzt.

Bei den sonstigen rechtlichen Hindernissen wird auf die fehlende Bedarfsprüfung im immissionschutzrechtlichen Zulassungsverfahren nach § 35 Abs. 1 KrWG für größere Abfallverbrennungsanlagen verwiesen.

Institutionell wird das Fehlen einer eigenständigen europäischen Agentur für den Abfallbereich, die die Vorgaben für das Kunststoffrecycling umsetzen helfen könnte, nicht als Defizit bewertet.

9.5 Schlussfolgerungen zur Gewichtung der einzelnen Hemmnisse

Auf Basis der verschiedenen Arbeitspakete zu den verschiedenen ökonomischen, informatorischen und rechtlichen/ institutionellen Hemmnissen für den Einsatz von Sekundärkunststoffen soll im Folgenden eine vergleichende Gesamtabschätzung zur Relevanz der einzelnen Punkte erfolgen. Dabei wird einerseits zwischen zentralen Hemmnissen mit signifikanter Mengenrelevanz (+++), mittleren Hemmnissen mit erkennbarer Mengenrelevanz (++) und weiteren Hemmnissen mit unklarer Mengenrelevanz (+) unterschieden, wobei „unklare“ Mengenrelevanz potenziell auch „bedeutende, im Rahmen dieser Studie aber nicht seriös einschätzbare“ Mengenrelevanz heißen kann (z.B. im Fall von Verhaltensänderungen durch Kommunikationskampagnen). Abschließend weist die Tabelle Kommentierungen auf, wenn sich in absehbarer Zukunft Änderungen für die Relevanz des Hemmnisses ergeben werden.

Im Bereich der ökonomischen Hemmnisse ist dabei insbesondere die aktuelle Konkurrenz zur energetischen Verwertung zu nennen (dabei ist jedoch einschränkend anzumerken, dass im Rahmen der

Untersuchungen keine lebenszyklusweiten Abschätzungen zur ökologischen Vorteilhaftigkeit der stofflichen Verwertung aller Kunststoffabfälle vorgenommen wurden). Als weitere relevante Hemmnisse sind die kleinteiligen Marktstrukturen im Bereich der Kunststoffrecycler sowie die Abflüsse in den Export zu nennen – in beiden Fällen ist jedoch ein deutlicher Trend absehbar, dass diese Hemmnisse in Zukunft an Bedeutung verlieren werden.

Bei den informatorischen Hemmnissen bestehen nach wie vor relevante Unsicherheiten über die tatsächlichen Qualitäten der Kunststoffabfälle (z.B. im Blick auf Störstoffe, Zusammensetzung etc.) an den verschiedenen Schnittstellen entlang der Verwertungskette. Auch hier ist jedoch erkennbar, dass dieses Hemmnis bereits von verschiedenen Akteuren aufgegriffen und durch Zertifizierungsmaßnahmen, Label etc. adressiert wird. Einseitig auf Primärkunststoffe ausgelegte Qualitätsanforderungen spielen in Einzelfällen nach wie vor eine Rolle, stellen jedoch in den hier untersuchten Einsatzbereichen kein zentrales Hemmnis dar. Als deutlich relevanter ist hier die zunehmende Komplexität von kunststoffhaltigen Produkten einzuschätzen, wobei insbesondere die Vielzahl der in kleinen Mengen eingesetzten spezifischen Kunststoffsorten eine hochwertige Verwertung erschwert. Zentral ist hier jedoch vor allem die fehlende Wertschätzung der Verbraucher für Sekundärkunststoffe anzusehen, die noch nicht ausreichend für den mit Rezyklateinsatz verbundenen Umweltvorteil sensibilisiert sind.

Im Bereich der rechtlichen Hemmnisse zeigt sich, dass diese nur in Ausnahmefällen einem Einsatz von Sekundärkunststoffen direkt entgegenstehen, ihn aber in verschiedenen Bereichen erschweren. Dabei ist jedoch zum Beispiel im Bereich der End of Waste Kriterien auf die notwendige Balance zwischen einem Umweltinteresse am Einsatz von Rezyklaten und gleichzeitig dem Schutz der Verbraucher und dem vollständigen Ausschluss von Gesundheitsrisiken hinzuweisen. Es zeigt sich jedoch auch deutlich, dass z.B. stoffunspezifische Verwertungsquoten in vielen Bereichen nicht ausreichen, den Anreiz setzen, Kunststoffabfälle getrennt und möglichst sortenrein zu erfassen, was ihre Verwertung und Einsatz als Sekundärkunststoff ökonomisch deutlich attraktiver machen würde.

Tabelle 33: Vergleichende Gesamtabschätzung zur Mengen-Relevanz der Hemmnisse

Hemmnis	Bewertung	Zukünftige Bedeutung
Ökonomische Hemmnisse		
Konkurrenz zur energetischen Verwertung	+++	
Kleinteilige Marktstrukturen	++	Erkennbarer Konzentrationsprozess und zunehmende Professionalisierung
Preisvolatilität	+	
Abflüsse von Abfällen in den Export	++	Deutlich abnehmende Bedeutung durch Green Fence und steigendes Abfallaufkommen in China
Informatorische Hemmnisse		
Komplexität von Produkten	++	
Unsicherheiten über Abfallqualitäten Sammlung/ Verwertung	++	
Unsicherheiten über Abfallqualitäten Verwertung/ Abnehmer	++	Erkennbarer Wandel von Push- zu Pull-Strategien

Hemmnis	Bewertung	Zukünftige Bedeutung
Einseitig auf Primärkunststoffe ausgelegte Qualitätsanforderungen	+	
Imageproblem Sekundärkunststoffe	+	
Rechtliche/ institutionelle Hemmnisse		
Mangelhafte Getrennthaltungsgebote	++	Vorgaben zur Getrenntsammlung im neuen KrWG
Mangelhafte Vorgaben zur Trockenlagerung	+	
Kunststoffsortenunspezifische Quoten	+++	
Vollzugsdefizite in der Exportkontrolle von Kunststoffabfällen	++	
Zusatzkosten durch REACH	++	Abnehmende Bedeutung durch Lernkurveneffekte

Quelle: eigene Darstellung

Die verschiedenen beschriebenen und zu analysierenden Hemmnisse wirken in der Realität nicht isoliert voneinander, sondern sind auf vielfältige Weise miteinander verknüpft. Folgende Interdependenzen sind dabei bei der Entwicklung von Instrumenten insbesondere zu berücksichtigen:

Insbesondere die Konkurrenz zur energetischen Verwertung kann als Auslöser bzw. verstärkender Faktor für verschiedene andere Hemmnisse betrachtet werden. Die Möglichkeit einer im Vergleich zur stofflichen Verwertung ökonomisch rentableren Gewinnung von Kunststoffen zur energetischen Verwertung führt dazu, dass auf die Bedürfnisse der kunststoffverarbeitenden Industrie ausgerichtete Qualitätsstandards für verschiedene Kunststoffsorten bisher noch nicht in einem ausreichenden Maß entwickelt wurden. Auch Maßnahmen zur Reduktion der Anzahl eingesetzter Kunststoffsorten pro Produkt oder ihr recyclingfreundlicher Einsatz im Produktdesign haben nur eine sehr eingeschränkte Bedeutung, wenn ein Großteil der Kunststoffabfälle ohnehin verbrannt wird.

Die bei verschiedenen Kunststoffsorten zu beobachtenden Unsicherheiten bezüglich Qualitäten an der Schnittstelle Verwerter und kunststoffverarbeitende Industrie sind auch auf die noch sehr kleinteilige Marktstruktur zurückzuführen. Der durch klein- und mittelständische Unternehmen (KMU) geprägte Kunststoffverwertungs-Sektor ist bisher nur in Einzelfällen in der Lage, fortlaufende spezifische Qualitätsparameter zu gewährleisten, die mit Primärkunststoffen vergleichbar wären. Hinzu kommen Begrenzungen bei den Mengen, die der verarbeitenden Industrie tatsächlich bereitgestellt werden können.

10 Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen

10.1 Zielstellung und Vorgehen

Aufbauend auf die Analyse von Potenzialen zur verstärkten stofflichen Verwertung von Kunststoffen und den dabei identifizierten Hemmnissen sollen im abschließenden Arbeitspakt des Projekts Maßnahmen und Instrumente entwickelt werden, um die verschiedenen Kunststoffsorten

- ▶ dem Abfall zu entziehen,
- ▶ einer hochwertigen Verwertung zuzuführen und
- ▶ ihren Einsatz als Sekundärrohstoff zu unterstützen.

In der Debatte um abfallspezifische Instrumente und Maßnahmen können drei grundsätzliche Instrumententypen unterschieden werden, deren Einsatz zur Überwindung der in Kapitel 9 beschriebenen Hemmnisse denkbar sind: Ökonomische, auf Anreize für den Markt setzende Instrumente, regulatorische, insbesondere mit Ge- und Verboten arbeitende Instrumente sowie informatorische Instrumente, die auf die Kommunikation und Vermittlung von Informationen abzielen (vgl. Stehling 1999). In der Literatur werden grundsätzliche Stärken und Schwächen dieser Ansätze hervorgehoben, die sie für den konkreten Anwendungsfall der beabsichtigten Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen unterschiedlich geeignet erscheinen lassen: Während sich regulatorische Instrumente insbesondere durch eine hohe ökologische Treffsicherheit auszeichnen, erreichen ökonomische Instrumente die gesetzten Ziele in der Regel zu den niedrigsten Kosten.

Entwicklung eines Policy-Mix

Die obengenannten drei Teilziele erfordern jeweils spezifische Instrumente, die zudem auch die jeweiligen Unterschiede für einzelne Kunststoffsorten berücksichtigen, das Ziel besteht jedoch in der Entwicklung integrierter Maßnahmenbündel, deren Einzelelemente sich gegenseitig unterstützen und insgesamt auf die Entwicklung einer selbsttragenden Innovationsdynamik abzielen.

Im Rahmen dieses Arbeitspakets werden sowohl ökonomische, rechtliche als auch informatorische/institutionelle Instrumente diskutiert sowie auf ihre rechtliche Umsetzbarkeit hin geprüft. Basierend auf diesen Arbeitsschritten soll abschließend ein konkretes Maßnahmenbündel zur Stärkung der stofflichen Verwertung von Kunststoffabfällen und deren Einsatz als Sekundärrohstoff entwickelt werden. Hierzu erfolgt

- ▶ eine Priorisierung der verschiedenen Einzelinstrumente anhand der erwarteten Effekte,
- ▶ eine Identifizierung der je Instrument zu beteiligenden oder zu adressierenden Akteure sowie
- ▶ eine Analyse möglicher gegenläufiger Effekte oder eventuell auch sich gegenseitig verstärkender Effekte.

Vorgehen

Im Folgenden werden zunächst Vorarbeiten im In- und Ausland ausgewertet, die sich aus unterschiedlichen Blickwinkeln bereits mit Instrumenten zur Steigerung des Sekundärkunststoffeinsatzes beschäftigt haben. Im zweiten Schritt werden konkrete Instrumente identifiziert, die hierzu grundsätzlich geeignet erscheinen. Diese werden anhand eines einheitlichen Analyseschemas ausgewertet. Auf Basis dieser Bewertung von Einzelinstrumenten wird dann eine Analyse des möglichen Policy-Mix vorgenommen, wobei sowohl der Bezug auf die konkreten Hemmnisse, die konkreten Einsatzbereiche als auch die konkreten Kunststoffsorten dargestellt wird. Abschließend werden drei Strategiebündel vorgeschlagen, die sich auf die Erhöhung der Angebotsmenge recycelter Kunststoffe

(„market push“), die Stärkung der Nachfrage nach recycelten Kunststoffen („market pull“) sowie die Stärkung der Marktstrukturen für recycelte Kunststoffe („market development“) beziehen.

10.2 Vorarbeiten im In- und Ausland

Defizite in der Kreislaufführung von Kunststoffen werden seit Jahren intensiv diskutiert. Dementsprechend hat sich auch bereits eine Vielzahl von Studien mit möglichen Instrumenten in diesem Themenfeld beschäftigt, auf deren Ergebnisse und Erfahrungen hier zurückgegriffen werden soll.

10.2.1 Zentrale Studien und in ihnen entwickelte Instrumentenvorschläge

Im Folgenden werden zentrale Studien und in ihnen entwickelten Instrumentenvorschläge zusammengefasst, auf einzelne Aspekte (Erfolgsfaktoren, Ausgestaltungsoptionen, rechtliche Hemmnisse etc.) wird bei der Diskussion der einzelnen Instrumente näher eingegangen. Angesichts der teilweise sehr unterschiedlichen Fragestellungen sind die Ergebnisse nicht direkt vergleichbar und in Abhängigkeit der Zielstellungen und Inhalte der vorliegenden Studie nur bedingt übertragbar.

BioIS (2011): Plastic Waste in the Environment

Die von Bio Intelligence Service für die Europäische Kommission erstellte Studie „Plastic Waste in the Environment“ gibt umfassende Informationen zur Nutzungen von Kunststoffen und beschreibt Empfehlungen für politische Entscheidungsträger entlang des gesamten Produktlebenszyklus. Dazu gehören u.a.

Nachhaltige Verpackungsrichtlinien

Ziel dieses Instruments zur Entwicklung einer Richtlinie für nachhaltige Verpackungen ist es, insb. Einzelhändlern eine standardisierte Methodik bei der Handhabung beim Einsatz von Kunststoff aufzuzeigen, die durch eine gezielte Listung von bevorzugten Produkten geringere Umweltauswirkungen der Produkte und deren Verpackungen bewirken soll. Bisher lag der Fokus (EU Packaging Waste Directive) eher bei den Produzenten. Durch eine stärkere Einbindung des Einzelhandels soll der Verbrauch insgesamt verringert werden (vgl. BIO IS 2011, S. 17).

Abgestimmte Vorgaben für Kunststoff und Biokunststoffe

Diese Initiative setzt auf eine erhöhte Nutzung von recyceltem Kunststoff und Biokunststoff in Produktionsprozessen (anstelle von fossilbasiertem Primärkunststoff). Ausgangspunkt ist hier die Feststellung, dass trotz höherer Sammelraten von Kunststoffabfällen, der Einsatz von Rezyklaten in der Produktion bislang relativ gering blieb. Anreize wären nötig um den Anteil von Rezyklaten in Produktionskreisläufen zu erhöhen. Vorgaben sollten sich auf konkrete Kunststoffsorten beziehen, die aktuell nur geringe Recyclingquoten aufweisen oder durch Biokunststoff ersetzt werden könnten. (BIO IS 2011, S. 18).

Swedish Recycling Industries ‘Association (2008): 10 actions to boost recycling of plastics

Die "Swedish Recycling Industries Association" repräsentiert als Interessenverband die Recyclingbranche und deren Unternehmen in Schweden. Eine 2008 veröffentlichte Studie präsentiert insgesamt 10 Maßnahmen/ Instrumente, mit denen das Recycling von Kunststoffen verbessert werden soll, u.a.:

Entwicklung eines funktionierenden Marktes

Sammlung, Sortierung, Transport und Recycling von Kunststoffabfällen benötigen einen funktionierenden Markt, der sich zukünftig zunehmend global entwickeln wird. Je höher die Recyclingziele auf

nationaler Ebene gesetzt werden, desto größere ist die Wahrscheinlichkeit eines Wettbewerbsvorteils im zukünftigen globalen Markt (SRI 2008, S. 34f).

Bildung und Pflege von statistischen Datenbanken sowie weitere Analysen zur Unterstützung

Gute Statistikdatenbanken bilden eine Grundlage für Marktanalysen und weitergehende, nachfolgende Strategien. Die Qualität der Datenbanken kann durch internationale Kooperationen verbessert werden. Wählt man die gleiche Methodik bei der Erstellung der Statistik, dann werden die Datenbanken untereinander vergleichbar (SRI 2008, S. 35f).

Fokussierung auf größte Kunststoffprodukte/ -komponenten

Der Fokus sollte zunächst auf den größten und am einfachsten zu verwertbaren Kunststoffanteilen liegen. Dies trifft meistens auf Kunststofffolien zu. Dadurch könnten schon sehr früh hohe Mengen recycelt und gute Ergebnisse erzielt werden (SRI 2008, S. 37f).

Entwicklung von Zielen als Handlungsgrundlage

Zusätzlich zu nationalen Zielen und übergeordneten Strategien sollten auch Ziele für verschiedene Sektoren, Gewerbe und Produkte entwickelt werden. Ein Reporting und ein follow-up System sowie ein Zertifizierungssystem könnten Teil eines solchen „Management by objectives“ System sein (SRI 2008, S. 39f).

Weitere Ansatzpunkte zur Verbesserung des Kunststoffrecycling

- ▶ In vielen Ländern wird Kunststoff auf kommunaler Ebene gesammelt und behandelt. Da diese kommunalen Unternehmen oft Inhaber von Verbrennungsanlagen sind, haben diese ein Eigeninteresse an der Müllverbrennung weniger am Recycling. Dadurch sind kommunale Unternehmen oft Mitbewerber.
- ▶ Hemmnisse beseitigen: Es gibt eine Vielzahl von Regeln und Gesetzen, die die Nutzung von Regranulaten aus Kunststoff hemmt/ erschwert. So ist die Nutzung von Regranulaten bei Lebensmitteln in einigen Ländern untersagt. Diese Regeln sind innerhalb der EU jedoch nicht einheitlich. Ausgehend von einem strengen Zulassungsverfahren könnten Regranulate auch im Lebensmittelbereich eingesetzt werden.
- ▶ Kunststoff wird teilweise außerhalb der EU recycelt, ohne dass die nötigen Voraussetzungen/ Anforderungen erfüllt sind. Kunststoff aus WEEE wird beispielsweise zwecks Wiedernutzung oder Recycling oft exportiert, manchmal wird der Kunststoff jedoch einfach deponiert oder verbrannt (SRI 2008, S. 47f).

BioIS (2013): Studie über ein erhöhtes (werkstoffliches) Recyclingziel für Kunststoffe

Im Auftrag von Plastic Recyclers Europe hat BioIS 2013 eine Studie vorgelegt, die aktuelle Trends des Kunststoffrecyclings in Europa sowie verschiedene Ansätze zu dessen Erhöhung bzw. Verbesserung beschreibt.

Setzen hoher Ziele und Einbeziehung von Stakeholdern

Erhöhte Zielsetzungen für die Rückgewinnung von Kunststoffen sind die erforderliche, unerlässliche Triebfeder für Veränderungen (...). Es müssen jedoch alle Interessengruppen Maßnahmen ergreifen, um diese Ziele zu erfüllen. Diese Maßnahmen reichen über alle Stufen der Produktwertschöpfungskette, von der Produktion (Design für Recyclingfähigkeit) bis zum Ende der Lebensdauer (...). (Bio IS 2013, S. 42). Zusätzlich zu diesen neuen Impulsen, muss die Implementierung und Durchsetzung der aktuellen EU-Abfallgesetzgebung dringendst verbessert werden. Implementierungslücken, illegale Abfallverbringung und Abfallwirtschaftspraktiken, die gegen die EU-Gesetzgebung verstoßen, verhindern weiterhin das Erreichen von Win-Win Situationen (BioIS 2013, S. 42).

Größere Vielfalt an Verfahren und Fokus auf F&E

Die heterogenen Kunststoffsorten bedürfen einer Vielzahl unterschiedlicher Behandlungsoptionen (BIO IS 2013, S. 42). Trotz wesentlich verbesserter Infrastruktur und großer Fortschritte in den letzten Jahren sollten Recyclingbetriebe weiterhin in F&E investieren. Je nach Sektor und Kunststoffsorte variiert dabei das Potenzial zur Kreislaufführung von Kunststoffen (BIO IS 2013, S. 42f).

Kooperationspotenziale von Verwertungsbetrieben

Eine noch engere Zusammenarbeit mit Akteuren in der gesamten Lieferkette insb. mit Händlern ist für Verwertungsbetriebe zu empfehlen. Händler können wiederum auf Produkthersteller Druck ausüben, wodurch die Recyclingfähigkeit sowie der Anteil von recyceltem Material positiv beeinflusst werden könnte. Außerdem liegt in einigen Fällen für Verwertungsbetriebe das Potenzial des direkten Handels mit Gemeinden oder Sortierbetrieben vor, wodurch Groß- und Zwischenhändler umgangen werden könnten (BIO IS 2013, S. 43).

Besseres Sammeln und Sortieren und Fördern der Qualität beim Sammeln und Sortieren

Um die Qualität beim Sammeln und Sortieren zu erhöhen, sollten laut BioIS separate Abfallbehälter für konkrete Kunststoffsorten eingeführt werden. Pfandsysteme eignen sich, um Sammelquoten von Monoströmen zu erhöhen. Eine Harmonisierung der Sammel- und Recyclingsysteme durch Qualitätsstandards und Zertifizierung sowie der Austausch von best-practice Methoden könnten die Inputqualität im Kunststoffrecycling erhöhen. Harmonisierungen der Standards könnten zudem Endverwendungsoptionen erweitern wie etwa bei Lebensmittelanwendungen (BIO IS 2013, S. 44).

Bessere Produkte

- ▶ Qualität von wiederaufbereitetem Kunststoff erhöhen
- ▶ Verbesserung des Produktdesigns (erleichtert Materialtrennung und Wiederverwendbarkeit)
- ▶ Verbesserung des Ökodesigns: Mehr Gewicht auf die Wiederverwendbarkeit und den Anteil an Recyclingmaterial legen (BIO IS 2013, S. 44).

Steuerliche Anreize und Herstellerverantwortung

Auf Ebene des Mitgliedstaats:

- ▶ Gebühren und Abgaben für die Deponierung
- ▶ Intensivierte behördliche Aufsicht über die Getrennthaltung bei Unternehmen
- ▶ steuerliche Anreize für die Rückgewinnung von Kunststoffverpackungen
- ▶ niedrigere Mehrwertsteuersätze für Produkte mit Rezyklatgehalten
- ▶ Stärkung der Herstellerverantwortung: die Abfallrahmenrichtlinie enthält keine speziellen Ziele für die erweiterte Herstellerverantwortung; würde man die Kosten für die Abfallwirtschaft in die Verkaufspreise aufnehmen, wären die Hersteller finanziell verantwortlich und das Ökodesign würde begünstigt werden (BIO IS 2013, S. 45).

Bessere Überwachung und Durchsetzung

- ▶ Gerechte und gleiche Wettbewerbsbedingungen gewährleisten. Keine Unterstützung des Exports von Kunststoffen (z.B. durch Überwachung der Exportmengen).
- ▶ Bessere Überwachung der Abfallgesetze ist ebenfalls notwendig. (Vorschläge: Einrichtung einer Steuerprüfung auf EU-Ebene, begleitet von allgemeinen Inspektionsstandards; die Europäische Umweltagentur oder eine neue spezielle Abfallagentur könnten in dieser Hinsicht eine Rolle spielen) (BIO IS 2013, S. 46).

Forschung und Daten

Europäische Ebene: Recycling in Förderprogrammen an oberste Stelle setzen, Demonstrationsprojekte fördern und finanzieren. Bessere Datensammlung und -überwachung, die idealerweise aufgeteilt sein sollte in innerstaatliches Recycling und Exporte. Es werden für alle Kunststoffe Daten benötigt, nicht nur für Verpackungen (BIO IS 2013, S. 46).

OECD (2005): Improving Recycling Markets

Die OECD hat im Zusammenhang mit ihrem "Improving Recycling Markets" Projekt zentrale Empfehlungen zur allgemeinen Optimierung von Recyclingmärkten sowie speziell für Kunststoffabfallmärkte entwickelt.

Eine der zentralen Feststellungen lautet dabei, dass die Forderung nach hohen Recyclingzielen in unvollkommenen Märkten insgesamt zu unnötig hohen sozialen Kosten führen könnte. In solchen Fällen bietet es sich eher an, die Mängel im Markt zu beseitigen anstatt höhere und ambitioniertere Recyclingziele bzw. Programme einzuführen. Relevante Instrumente dazu wären u.a. (OECD 2005, S. 163ff.):

- ▶ Beheben von Politikversagen im Bereich der Begünstigung von Primärrohstoffen (Politikverzerrungen verringern): Für verschiedene Rohstoffe werden Primärrohstoffe den recycelten Materialien vorgezogen (durch finanzielle Anreize (Subventionen, Steuervergünstigungen, auch Nicht-Internalisierung von externen Effekten). Außerdem erschweren Materialstandards den Einsatz von Sekundärrohstoffen.
- ▶ Suchkosten/ Suchaufwand: Um **Informationen an potentielle Marktteilnehmer zu verteilen**, könnten Internet-gestützte Informationsplattformen für Marktteilnehmer eingesetzt werden. Dadurch würde man die Kosten der Identifizierung geeigneter Marktpartner senken.
- ▶ Transaktionskosten: **Gütestufeneinteilung für heterogene Abfälle** (Mischabfälle) und Schlichtungsmechanismen sollten eingeführt werden, damit standardisierte Verträge entwickelt werden können.
- ▶ Externe Effekte/ Auswirkungen des Konsums: Um **Demonstrations- und Pilotprojekte durchzuführen**, sollten kommunale Beschaffungsprogramme eingesetzt und Informationen daraus frei zugänglich sein.
- ▶ Externe Effekte/ Auswirkungen der Technologie: Um erweiterte/ weitgehende **Herstellerverantwortung zu implementieren**, sollte Forschung und Entwicklung im Bereich "Design-for-Recycling" durchgeführt und Produkt- bzw. Herstellungsstandards eingeführt werden.
- ▶ Marktmacht: Der Markt sollte in den Bereichen der Sammlung und der (Weiter-) Verarbeitung reguliert werden, damit **Wettbewerb durchgesetzt** und **Monopolstrukturen abgebaut** werden

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über mögliche Instrumente zur Stärkung von Recyclingmärkten, differenziert nach Angebots- und Nachfrageseite (vgl. OECD 2005).

Tabelle 34: Instrumente zur Stärkung von Recyclingmärkten

Instrument	Anreiz	Einschätzung
Angebotsseite		

Instrument	Anreiz	Einschätzung
Verbot der Deponierung oder Verbrennung von wiederverwertbarem Material	Bei Verhinderung dieser Entsorgungsoptionen erhöht sich das Angebot von wiederverwertbarem Material.	Effektives Instrument mit starkem Markteingriff. Mögliche Anreize zur illegalen Entsorgung. Ebenfalls könnte sich der Anteil der Energieerzeugung verringern.
Pfandsysteme für recyclingfähige Materialien	Erhöhen sich die Opportunitätskosten der Entsorgung (legal oder illegal), dann steigen die Anreize zum Recycling.	Effektives Mittel zur Bekämpfung von Abfällen, für die es große Anreize zur illegalen Entsorgung gibt. Auch stellt dieses Mittel Anreize zur Produktverbesserung (Design for Recycling) an Hersteller (upstream).
Öffentliche Sammelstellen für recyclingfähige Materialien	Verringern sich die Opportunitätskosten der Sammlung, dann steigen die Anreize zum Recycling.	Effektivität hängt davon ab, wie das (Sammel-) Programm gestaltet ist (Ort, Häufigkeit etc.)
Subvention von Behandlungsanlagen (Sortierung und werkstoffliche Verwertung)	Werden die Kapazitäten erhöht und die Kosten des Recycling verringert, kann sich bei verfügbarem Input das Angebot an Rezyklaten erhöhen..	Es könnte negative Auswirkungen auf die Abfallvermeidung haben, da die Materialinputkosten durch die Subvention geringer werden.
Gezielte Produktrücknahme von recyclingfähigen Gütern (durch öffentliche und private Akteure)	Werden die Opportunitätskosten von schlecht recyclingfähigen Gütern erhöht, dann steigen die Anreize zum Recycling.	Effektives Instrument, könnte jedoch zu hohen Verwaltungskosten führen.
Angeordnete (verpflichtende) Trennung von wiederverwertbarem Material beim Endverbraucher	Eine Ermöglichung der Trennung von Abfall im Endkundenbereich (downstream), verringert die Kosten der Sortierung	Mögliche Kostensteigerungen für Endverbraucher (Zeitaufwand, Fläche).
Nachfrageseite		
Standards für den Einsatz von Rezyklaten	Wird der Einsatz recycelter Materialien in Produkten gefordert (verlangt), dann steigt die Nachfrage nach Rezyklaten.	Wahrscheinlich ökologisch wirksam, jedoch ökonomisch nicht effizient. Es sei denn Standards sind klar nach Material und Sektor differenziert.
Handelbares Zertifikatssystem für Rezyklate.	Wird der Einsatz recycelter Materialien in Produkten gefordert (verlangt), dann steigt die Nachfrage nach Rezyklaten.	Ähnlich wie Standards für wiederverwertbare Materialien aber flexibler durch Kostenausgleich (dadurch auch ökonomisch effizient).

Instrument	Anreiz	Einschätzung
Präferenzen im öffentlichen Beschaffungssystem für Produkte/ Güter aus wiederverwertetem Material	Werden öffentliche Beschaffungsstellen dazu angeregt Produkte/ Güter aus wiederverwertetem Material zu beschaffen, dann steigt die Nachfrage nach diesen Produkten und damit nach Rezyklaten.	Dies zielt nur auf einen Teil des Gesamtmarkts. Gleichzeitig könnten jedoch gezielt Produktinnovationen stimuliert werden.
Öko-Label für wiederverwertete Materialien	Werden Privatkonsumenten dazu angeregt Produkte/ Güter aus wiederverwertetem Material zu beschaffen, dann steigt die Nachfrage nach diesen Produkten und damit nach Rezyklaten.	Ermöglicht Privatkonsumenten Umweltpreferenzen durch ihre Kaufentscheidung auszudrücken. Zielt auf einen (noch) relativ kleinen Anteil an Konsumenten.
Unterstützung/ Förderung von F&E zur Verwendung von wiederverwerteten Materialien	Eine Erhöhung der potenziellen Verwendungsmöglichkeiten von recycelten Materialien, erhöht die Nachfrage.	Wahrscheinlich führt dies zu Produktinnovationen. Es könnte jedoch unbeabsichtigte Folgen auf die Abfallvermeidung haben.

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach OECD 2005

Speziell mit Blick auf das Recycling von Kunststoffabfällen benennt die Studie die folgenden Ansatzpunkte

- ▶ Ein Großteil der Konsumenten haben nach wie vor unklare Vorstellungen bezüglich der Qualität von recyceltem Material. Dies trifft vor allem auf Endprodukte und weniger auf Halbfertigware/ Zwischenprodukte zu. Die Einstellung von Konsumenten zu neuen Produkten reflektiert ihre Risikopräferenzen (z.B. die Sorge um kontaminierte Rezyklate). Im Ergebnis gibt es nicht viele Ansatzmöglichkeiten dies zu verändern (vgl. OECD 2005, S. 114), da Konsumpräferenzen vergleichsweise stabil sind.
- ▶ Recycling sollte nicht allein durch Marktentwicklung verfolgt werden. Die wichtigsten Recycling-initiativen sind jene, welche die externen Umwelteffekte internalisieren. Wenn Produktstandards entwickelt werden, dann sollte eine sinnvolle Balance zwischen Umweltzielen und anderen Zielen gefunden werden. Auch könnten Pfandsysteme eingeführt werden (vgl. OECD 2005, S. 115).
- ▶ Eine Unterstützung/ Förderung bei der Produktentwicklung kann ebenfalls eine Rolle spielen. Jedoch sollte beachtet werden, dass Behörden hier einen hohen Informationsaufwand betreiben müssen (vgl. OECD 2005, S. 115).

10.2.2 Zwischenfazit

Die Analyse der bereits vorgelegten Studien zeigt, dass in der Literatur kein Instrument erkennbar ist, dass in der Lage wäre, die komplexen Hemmnisse im Bereich des Einsatzes von Kunststoffrezyklaten alleine zu adressieren. Insofern ist es erforderlich, einen Policy-Mix zu entwickeln, der entlang der Wertschöpfungskette unterschiedliche Stellschrauben adressiert.

Des Weiteren ist festzustellen, dass eine Reihe von Instrumenten auf einem teilweise sehr abstrakten Niveau diskutiert wird, so dass eine konkrete Bewertung der möglichen Effekte und ihrer Umsetzbarkeit nur schwer möglich ist. Diese Konkretisierung soll im Folgenden für einzelne Instrumente vorgenommen werden.

10.3 Identifikation potenziell geeigneter Instrumente

In den vorausgegangenen Arbeiten zu dem Forschungsprojekt wurden auf Basis von Literaturrecherchen und Experteninterviews ökonomische, rechtliche als auch informatorische/ institutionelle Instrumente identifiziert, die grundsätzlich geeignet scheinen, zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen beizutragen. Im Rahmen des Screening-Prozesses nach Instrumenten wurden dabei sowohl kunststoffspezifische Studien als auch allgemeine Studien zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen bzw. zur Kreislaufführung von Stoffen analysiert. Die folgende Auswahl wurde auch mit den Auftraggebern sowie den Mitgliedern des Fachbeirates diskutiert:

1. Kunststoffspezifische Zielvorgaben für das Recycling kunststoffhaltiger Produkte/ Abfallströme; Fokus auf Elektroaltgeräte und Altfahrzeuge
2. Steuer/ Abgabe auf die Verbrennung von Abfällen
3. Mindestrezyklatquoten für Kunststoffe
4. Weiterentwicklung bestehender Pfandsysteme für kunststoffhaltige Produkte
5. Imagekampagne „Kunststoff einen Wert geben“
6. Vorbehandlungspflicht für Gewerbeabfälle
7. Vorgaben zur separaten Erfassung kunststoffhaltiger Produkte
8. Reduzierter MwSt-Satz für Produkte mit Rezyklatanteilen
9. Weiterentwicklung von Umwelt-Labeln zum Einsatz von Rezyklaten als „Unterstützung informierter Kaufentscheidungen der Verbraucher“ (Grünbuch Kunststoffabfälle)
10. Vorgaben für öffentliche Beschaffung mit Blick auf Produkte mit Rezyklatanteilen
11. Ansätze zur Verbesserung der Recyclingfähigkeit von Kunststoffprodukten, u.a. auf Grundlage der Ökodesign-Richtlinie
12. Fonds zur Förderung werkstofflichen Kunststoffrecyclings

Die einzelnen Instrumente werden im Folgenden mit Blick auf die folgenden Aspekte untersucht

- ▶ Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus
- ▶ Bezug zu den identifizierten Hemmnissen
- ▶ Rechtliche Vorgaben
- ▶ Inhaltliche Anknüpfungspunkte
- ▶ Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen (Ausland, andere Rohstoffe etc)
- ▶ Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung
- ▶ Umsetzbarkeit

10.3.1 Instrument 1: Kunststoffspezifische Quote für bestimmte Produkte / Abfallströme

10.3.1.1 Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte

Im Folgenden soll geprüft werden, ob mit der Einführung kunststoffspezifischer Recyclingquoten für bestimmte Produkte oder Abfallströme die stoffliche Verwertung von Kunststoffen gezielt gesteuert und gleichzeitig die Recyclingbranche durch eine höhere Investitionssicherheit gestärkt werden kann. Fokus der Instrumentenanalyse sind kunststoffspezifische Quotenvorgaben für Elektroaltgeräte und Altfahrzeuge. In Europa sind Abfälle aus Elektrogeräten und Altfahrzeugen für 10 % der gesamten anfallenden Kunststoffabfälle verantwortlich (BIO Intelligence Service 2011), in ähnlicher Größenordnung auch in Deutschland (Consultic 2012). Zudem ist der Verbau von Kunststoffen in diesen Produkten tendenziell steigend (ebd.). Die bestehenden massenbasierten Vorgaben produktspezifischer oder abfallstromspezifischer Quoten garantieren zwar eine stoffliche Verwertung des Produkts

bzw. Abfallstroms, erlauben aber keine gezielte Steuerung von in den Produkten oder Abfallströmen enthaltenen Werkstoffen oder Rohstoffen.

Das Grünbuch Kunststoffabfälle beschreibt die unspezifischen Zielvorgaben für das Kunststoffrecycling angesichts der zunehmenden Umweltauswirkungen dieser Abfälle als unzureichende EU-rechtliche Berücksichtigung von Kunststoffen. Die Kommission hat vor diesem Hintergrund beschlossen „ihre Ziele zu überprüfen und, falls dies angezeigt ist, zusätzliche Zielvorgaben für weitere Abfallströme in Betracht zu ziehen“ (Europäische Kommission 2013).

10.3.1.2 Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen

In Deutschland kommen materialspezifische Quoten bisher nur in der Verpackungsverordnung zum Einsatz. Gemäß §1 VerpackV sollen jährlich mindestens 55 Massenprozent der gesamten Verpackungsabfälle stofflich verwertet werden. Wobei für Holz 15, für Kunststoffe 22,5, für Metalle 50 und für Glas sowie Papier und Karton 60 Massenprozent als Mindestziel gelten. Bei der Quotenberechnung für Kunststoffe wird nur Material berücksichtigt, das durch stoffliche Verwertung wieder zu Kunststoff wird⁷³. Die Auswirkungen der differenzierten Quotenvorgaben zeigen sich in technischen Weiterentwicklungen und Effizienzsteigerungen: „So sind z.B. Entwicklung und Markteinführung von Wirbelstromscheidern und NIR-Trenntechnik der Notwendigkeit geschuldet, die im Hinblick auf die Sortierquoten defizitäre Handsortierung zu substituieren“ (Dehoust/Christiani 2012).

Internationale Erfahrungen mit der erfolgreichen Umsetzung konkreter Verwertungsquoten für Kunststoffe existieren beispielsweise in Belgien: In der belgischen Gesetzgebung werden zur Umsetzung der europäischen Rahmenrichtlinie über Elektro- und Elektronikgeräte die Quotenvorgaben nicht nur differenziert nach Geräteart, sondern auch werkstoffspezifische Vorgaben gemacht (Recupel 2012). So müssen in Summe für die Sammelgruppen folgende stoffliche Recyclingquoten eingehalten werden: Kunststoffe 50%, Eisen/Stahl 95%, NE-Metalle 95 % (Sander et al. 2004). Wie die Analyse der Situation in Deutschland gezeigt hat, wird die Erhöhung der kunststoffspezifischen Recyclinganteile aus den Sammlungssystemen der Elektroaltgeräteentsorgung durch die vorgegebenen Quotierungen nach Gerätekategorien nur mittelbar unterstützt, da sie sich nicht auf die Masse enthaltener Kunststoffe beziehen (Bezugsgröße ist immer das durchschnittliche Gewicht der Altgeräte).

10.3.1.3 Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung

Für die konkrete Umsetzung kunststoffspezifischer Zielvorgaben ist für Altfahrzeuge und Elektro- und Elektronikaltgeräte bereits ein spezifischer rechtlicher Rahmen gegeben. Sowohl bei Altfahrzeugen als auch bei Elektro- und Elektronikaltgeräten ist im Rahmen der Produktverantwortung der Hersteller für deren Entsorgung verantwortlich und deshalb Hauptadressat kunststoffspezifischer Quotenvorgaben. Die tatsächliche Umsetzung und die Ermittlung der entsorgungsrelevanten Daten erfolgt durch die Behandler (unterliegen einer diesbezüglichen Meldepflicht), weshalb die Entsorgungswirtschaft ebenfalls Adressat dieser Regelung wäre.

Im Elektro- und Elektronikaltgerätegesetz werden je nach Gerätekategorie massenbasierte Zielvorgaben für die Verwertung von Altgeräten gemacht. Dabei muss der Anteil der Wiederverwendung und der stofflichen Verwertung bei Bauteilen, Werkstoffen und Stoffen je nach Gerätekategorie von 50 bis zu 80 Prozent des durchschnittlichen Gerätegewichts betragen (ElektroG §12). Die Überlassung,

⁷³ Für die Verwertung von Verkaufsverpackungen, die beim privaten Endverbraucher anfallen, werden ebenfalls materialspezifische Vorgaben gemacht. Hierbei gilt für Kunststoffverpackungen eine stoffliche Verwertungsquote von 36 Massenprozent.

Rücknahme und umweltverträgliche Entsorgung von Altfahrzeugen wird in der Altfahrzeugverordnung geregelt. Gemäß §5 AltfahrzeugV sind Altfahrzeuge ab dem Jahr 2015 zu mindestens 85 Massenprozent wiederzuverwenden und stofflich zu verwerten.

Ansatzpunkt dieses Instruments wäre es, diese allgemeinen gewichtsbezogenen Verwertungsquoten mit Blick auf den Kunststoffgehalt zu spezifizieren. Die bisher kategoriespezifischen Vorgaben müssten in den beiden Rechtsnormen (ElektroG, AltfahrzeugVO) materialspezifisch ausgestaltet werden. Das Beispiel der Verpackungsverordnung zeigt, dass die Herausforderung dabei insbesondere in der Wahl der konkreten Höhe der Quote besteht. Idealerweise ist die Höhe der Recyclingquote so zu wählen, dass die maximale ökologische Lenkungswirkung erzielt wird, d.h. einerseits muss die Quote Anreize für ein hohes Maß an Wiederverwendung und werkstoffliche Verwertung setzen, andererseits muss sie aber auch für die Adressaten umsetzbar sein.

Um diesem Ziel gerecht zu werden, bedarf es daher einer Differenzierung zwischen unterschiedlichen Produktkategorien. Bei der Bestimmung materialspezifischer Quotenvorgaben ist zum einen der Materialanteil am Produkt zu berücksichtigen; ist dieser zu gering, wirkt sich das erschwerend auf das Recycling aus. Zum anderen ist die Verteilung des Materials von Bedeutung, denn je mehr ein Material über ein Produkt verteilt ist - im Gegensatz zu einem konzentrierten Vorfinden in einem Bauteil -, desto schwieriger wird das Recycling.

Elektro- und Elektronikgeräte sind einer der komplexesten Abfallströme; die Geräte bestehen aus einer Vielzahl an unterschiedlichen Materialien, die sich je nach Gerät ganz unterschiedlich - mehr oder weniger konzentriert - auf die Produkte verteilen. Auch bei Altfahrzeugen verteilen sich die Materialien über das gesamte Auto. Eine adäquate kunststoffspezifische Quotensetzung müsste daher idealerweise so individuell produktspezifisch wie möglich erfolgen, gleichzeitig sind aber auch Aspekte der Messbarkeit und des Vollzugs zu berücksichtigen. Vor diesem Hintergrund scheint es sinnvoll, die kunststoffspezifischen Quoten möglichst nur auf ausgewählte Produktgruppen zu beziehen, die große Kunststoffteile enthalten. Damit würden die technische Machbarkeit und ökonomische Aspekte hinreichend berücksichtigt. Welche Bezugsgröße zur Quotenermittlung sinnvoll ist, hängt einerseits davon ab, ob die Verwertung gemeinsam mit anderen Wertstoffen oder ob die stoffliche Verwertung in einem eigenständigen Strom erfolgt und andererseits an welcher Schnittstelle die Quoten ermittelt werden. Aus Praktikabilitätsgründen scheint es sinnvoll, sich an dem bestehenden rechtlichen Rahmen bei der Quotensetzung und dem Monitoring zu orientieren.

Elektroaltgeräte

Mit Blick auf Elektro- und Elektronikaltgeräte wird zunächst eine Fokussierung auf Haushaltsgroßgeräte betrachtet. Hintergrund der Auswahl ist, dass diese Geräte einerseits aufgrund ihrer Größe und mit einem durchschnittlichen massenmäßigen Kunststoffanteil von 19 % (Empa 2009) entsprechend große Kunststoffteile enthalten, andererseits die Belastung mit Flammgeschützhemmern und eine damit einhergehende erhebliche Reduzierung des Verwertungspotenzials (vgl. Kap. 4 und 5) im Vergleich zu anderen Elektro- und Elektronikgeräten weniger relevant zu sein scheint (1,5% Anteil im Vergleich zu 60% bei IKT-Geräten, vgl. Empa 2009). Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Übersicht verschiedener Produktgruppen und darin enthaltener Kunststoffe, flammgeschützter Kunststoffe und polybromierter Kunststoffe. Der obere und untere Teil der Tabelle bezieht sich auf zwei unterschiedliche Quellen mit den Referenzjahren 2009 (oben) und 1998 (unten).

Tabelle 35: Kunststoffe in Elektro- und Elektronikgeräten

	Haushaltsgroßgeräte		Haushaltsklein-geräte		Informations-/Kommunikations-technik und Unterhaltungselektronik	
	Angaben in Gewichtsprozent		Angaben in Gewichtsprozent		Angaben in Gewichtsprozent	
	bezogen auf das durchschnittliche Gewicht je Gerät	bezogen auf den durchschnittlichen Kunststoff-anteil je Gerät	bezogen auf das durchschnittliche Gewicht je Gerät	bezogen auf den durchschnittlichen Kunststoff-anteil je Gerät	bezogen auf das durchschnittliche Gewicht je Gerät	bezogen auf den durchschnittlichen Kunststoff-anteil je Gerät
Nicht Flamm-geschützte Kunststoffe	19	98,5	37	98	12	40
Bromierte Kunststoffe	0,29	1,5	0,75	2	18	60
Summe	19,29	100	37,75	100	30	100
Flamm-geschützte Kunststoffe (inkl. bromierte Kunststoffe)		1		2		0 bis 65
Bromierte Kunststoffe		0,5		1		0 bis 54

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach Empa 2009 und Morf et al. 2002

Es wird deutlich, dass insbesondere bei Haushaltsgroßgeräten flammgeschützte Kunststoffe den kleinsten gewichtsmäßigen Anteil ausmachen im Vergleich zu den restlichen Geräten. Insbesondere bei der Informations-/Kommunikationstechnik und Unterhaltungselektronik überwiegt der Anteil bromierter Kunststoffe, wobei hierbei je nach Produkttyp deutliche Unterschiede zu verzeichnen sind (Anteil flammgeschützter Kunststoffe am Kunststoffanteil je Gerät: Unterhaltungselektronik 34%, EDV Geräte 65%, Telekommunikation 0%). Haushaltskleingeräte zeigen im Gegensatz dazu den größten absoluten Anteil an Kunststoffen ohne Flammschutzmittel; massenmäßig relativiert sich dieser allerdings im Vergleich zu den Haushaltsgroßgeräten aufgrund des geringeren Gerätegewichts. Mit Blick auf die in Verkehr gebrachten Mengen verschärft sich das Bild: 2012 wurden 736.394 Tonnen Haushaltsgroßgeräte und 167.465 Tonnen Haushaltskleingeräte in Verkehr gebracht und auch in den vergangenen Jahren bewegte sich das Verhältnis in einer ähnlichen Größenordnung (EAR 2013). Aufgrund des Mengenpotenzials nicht flammenschutzbelasteter Kunststoffe in Haushaltsgroßgeräten wird im Folgenden eine kunststoffspezifische stoffliche Verwertungsquote für diese Gerätekategorie geprüft, eine Erweiterung der Quotenpflicht auf weitere Gerätekategorien sei damit aber nicht ausgeschlossen.

Eine mögliche Größenordnung für eine solche materialspezifische Wiederverwendungs- und Recyclingquote könnte auf Basis der Erfahrungen in Belgien mit 50 % angegeben werden. Ausgehend von einem durchschnittlichen Kunststoffanteil von 19 Massenprozent je Gerät, ergäbe sich damit ein

Quotenvorschlag von 9,5 Massenprozent bezogen auf das durchschnittliche Gewicht je Gerät. Im Zuge eines Quotenvorschlags wäre zu untersuchen, inwiefern sich die Haushaltsgroßgeräte untereinander in ihrer Recyclingfähigkeit unterscheiden und abzuwägen, ob eine differenzierte Quotensetzung angezeigt wäre bzw. eine Produktgruppe zu fokussieren ist. Beispielsweise fallen beim Kühlgerätereycling in der Praxis nur 45 % der enthaltenen Kunststoffe (entspricht 2,8 kg bei einem Gesamtkunststoffanteil von 6,2 kg) in einer hohen Reinheit an und sind geeignet für eine stoffliche Verwertung (Dehoust und Schüler 2007). Bei einer Quotensetzung wäre daher zu prüfen, inwiefern der stofflich verwertbare Anteil durch eine Quotensetzung erhöht werden kann oder hier tatsächlich eine Limitierung vorliegt.

Altautos

Aus Altautos werden bislang nur ein Bruchteil großer Kunststoffteile wie etwa Stoßfänger demontiert und stofflich verwertet (trotz Getrennthaltungspflicht demontieren nur 200 der 1260 Demontagebetriebe große Kunststoffbauteile, vgl. Kap. 8.3.5). Die ökonomischen Treiber scheinen für eine breite Etablierung dieser Praxis nicht auszureichen, weshalb hier eine materialspezifische Quotensetzung Anreize zur Kreislaufführung von Kunststoffen setzen würde. Etwa 17 Massenprozent der demontierten Kunststoffbauteile werden wiederverwendet und rund 83 Massenprozent aufbereitet und werkstofflich verwertet, weniger als 1 Massenprozent werden beseitigt (vgl. Kap. 4). Analysen zum Einsatz kunststoffhaltiger Bauteile in PKWs zeigen dabei, dass Stoßfänger, Bestuhlung und Innenausstattung fast 50 Massenprozent des gesamten Kunststoffeinsatzes in einem PKW ausmachen (EUPC 2012).

Grundsätzlich wird eine wirtschaftliche Demontage der Bauteile mit anschließender stofflicher Verwertung mit abnehmender Größe der Kunststoffteile erschwert. Allerdings gibt es bereits heute Technologien, die es erlauben, Kunststoffe aus der Schredderleichtfraktion abzutrennen und anschließend stofflich zu verwerten (sog. Post-Shredder-Technologien, vgl. Kap. 5). Wie die Hemmnis-Analyse gezeigt hat, wirkt die eigentlich bestehende Demontagepflicht nach der AltfahrzeugVO für große Kunststoffteile an sich positiv für das Kunststoffrecycling. Faktisch greift sie jedoch nicht, da vorrangig von der möglichen Ausnahme (Post-Shredder-Verwertung) Gebrauch gemacht wird. Tatsächlich würde nur eine kunststoffspezifische Quote die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffen aus Altfahrzeugen fördern. Eine solche Recyclingquote ließe sich ohne systematischen Bruch in die AltfahrzeugVO integrieren.

Vor diesem Hintergrund sollte die Recyclingfähigkeit der unterschiedlichen Kunststoffteile im Detail untersucht werden, um auf dieser Basis konkrete materialspezifische Verwertungsquoten vorschlagen zu können.

Grundsätzlich sollten die Quoten sowohl für Elektro- und Elektronikaltgeräte als auch für Altfahrzeuge dynamisch ausgelegt sein und sich dem Stand der Entwicklung anpassen, um die größtmögliche ökologische Lenkungswirkung zu erzielen. Hierbei könnte sich an dem Vorschlag des Öko-Instituts zur Quote im Verpackungsbereich orientiert werden: „Dabei würden die [...] Quoten [...] nur als Mindestvorgaben definiert, die dann ihre Gültigkeit verlieren, wenn sie im Vorjahr überschritten wurden. An ihre Stelle tritt dann der Vorjahreswert. [...] Auf diese Weise würde sichergestellt, dass es in der Praxis einer hochwertigen Abfallverwertung keine Rückschritte, sondern im schlimmsten Fall eine Stagnation gibt“ (Dehoust und Christiani 2012). Insbesondere mit kunststoffspezifischen Quoten erzielt so eine dynamische Regelung eine besonders große Wirkung, da damit technische Entwicklungen gezielt und transparent berücksichtigt werden können.

10.3.1.4 Rechtliche Vorgaben

Aus rechtlicher Perspektive wäre zunächst zu prüfen, ob eine solche Vorgabe rechtlich verbindlicher Quoten im ElektroG und in der AltfahrzeugVO rechtlich zulässig wäre. Damit bleiben Selbstverpflichtungserklärungen mit politischen Quotenzielvereinbarungen außer Betracht. Eine Zulässigkeit wäre ausgeschlossen, wenn ihr europarechtliche oder nationale (deutsche) Vorschriften entgegenstünden. Weil mit der Verwertung andernfalls neu in den Kreislauf einzuspeisende Rohstoffe substituiert werden, haben derartige Quoten entscheidende Bedeutung für den Ressourcenschutz. Das hat die EU schon recht früh erkannt und erstmals in Art. 6 Abs. 1 der Verpackungsverordnung⁷⁴ 1994 Verwertungsquoten normiert. In späteren EU-Richtlinien⁷⁵ wurden ebenfalls Verwertungsquoten festgelegt. Die Zielvorgaben sind europarechtlich unbedenklich. Sie setzen die in der alten Abfallwirtschaftsrichtlinie 75/442/EWG vorgesehene Befugnis zur Bewirtschaftung bestimmter Abfallarten um. Sie sind eine auf Art. 175 bzw. Art. 95 Abs. 1 EGV a.F. gestützte Konkretisierung der Herstellerverantwortung und schaffen einen Anreiz für die Hersteller, bei der Herstellung neuer Geräte recyclingfähige Werkstoffe zu verwenden. Insbesondere sind die Quoten auch verhältnismäßig, weil sie nicht nur effektiv zur Zielerreichung sind (Europäisches Parlament 2003), sondern auch das mildeste Mittel zur Einhaltung der Ressourcenschutzanforderungen darstellen und dem Pflichtigen einen substantiellen Spielraum bei der Frage des „wie“ der Einhaltung der Vorgaben einräumen.

Ebenso liegt kein Verstoß gegen die Berufsfreiheit nach Art. 15 Abs. 1 und die Eigentumsfreiheit nach Art. 17 Abs. 1 der Europäischen Charta der Grundrechte vor. Da es bislang keine auf den Ressourcenschutz zielenden unionsrechtlichen Substitutionspflichten gibt, wäre ein entsprechender nationaler Spielraum gegeben. Jedoch ist zu bedenken, dass dann die Europäische Kommission auf den Plan gerufen würde, „Maßnahmen zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten, welche die Errichtung und das Funktionieren des Binnenmarkts zum Gegenstand haben“ i.S.d. Art. 114 AEUV vorzuschlagen. Die Gesetzgebungskompetenz für eine Regelung der Recyclingquote im Rahmen des Kreislaufwirtschaftsrechts (Abfallrechts) liegt nach Art. 74 Abs. 1 Nr. 11 GG (Recht der Wirtschaft) beim Bund. In der Festlegung einer Quote gegenüber einem Gewerbetreibenden würde ein Eingriff in die Berufsfreiheit in Form der Berufsausübungsfreiheit liegen (Art. 12 Abs. 1 GG). Geeignetheit und Erforderlichkeit zur Zielerreichung können bejaht werden. Ein solcher Eingriff wäre auch zumutbar, wobei gegebenenfalls längere Übergangsfristen einzuräumen wären. Im Übrigen hat der Gesetzgeber insoweit einen weiten Spielraum.

10.3.1.5 Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung

Mit rechtlich verbindlichen kunststoffspezifischen Quotenvorgaben kann die stoffliche Verwertung direkt gesteuert werden und geht bei einem funktionierenden politisch-administrativen Verfahren (Implementierung, Umsetzung, Kontrolle) mit einer hohen Wirkung einher. Das Ausmaß der Wirkungen hängt dabei von der konkreten Ausgestaltung (Produktfokus, Höhe der Quote) ab.

Das Kunststoffpotenzial der im Jahr 2011 zu entsorgenden Altfahrzeuge umfasst rund 47.000 t (ausgehend von der Anzahl der Altfahrzeuge und dem mittleren Kunststoffanteil je Fahrzeug). Davon wurden nur etwa 2.000 t demontiert und wiederverwendet oder stofflich verwertet, das entspricht gerade einmal 4 Massenprozent des mittleren Gesamtkunststoffpotenzials in Fahrzeugen (vgl. Kap.

⁷⁴ Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Verpackungen und Verpackungsabfälle (Europäische Verpackungsrichtlinie) vom 20.12.1994, ABl. L 365/10 vom 31.12.1994, geändert durch die Richtlinie 2004/12/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11.02.2004 zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle, ABl. Nr. L 47/26 v. 18.02.2004.

⁷⁵ S. u.a. die Richtlinie 2006/66/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 06.09.2006 über Batterien und Akkumulatoren sowie Altbatterien und Alttakkumulatoren und zur Aufhebung der Richtlinie 91/157/EWG (ABl. L 266 vom 26.9.2006, S.1, L 339 S. 39, L 139 vom 31.5.2007, S. 40).

8.3.5). Der Rest verbleibt in der Schredderleichtfraktion (SLF). Wie in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt, spielen Kunststoffe in der Schredderleichtfraktion derzeit bei der stofflichen Verwertung eine untergeordnete Rolle und werden hauptsächlich im Gemisch mit anderen Materialien energetisch verwertet. Allein durch eine konsequente Demontage großer Kunststoffteile könnte die Menge zur Wiederverwendung oder stofflichen Verwertung auf bis zu 11.500 t gesteigert werden, das entspricht knapp einem Viertel des Kunststoffpotenzials in Fahrzeugen (Pkw).

2010 wurden etwa 250.000 Tonnen Haushaltsgroßgeräte erfasst (siehe Kap. 4), mit einem mittleren Kunststoffpotenzial von 47.500 Tonnen (19 % Kunststoffanteil). Bislang werden die Kunststoffe aus der Gesamtmenge der als Abfall angefallenen Elektro-/Elektronikaltgeräte – über alle Produktkategorien hinweg - nur zu Anteilen zwischen 5 und 8 Massenprozent werkstofflich verwertet (vgl. Kap. 4, Consultic 2012). Bei Haushaltsgroßgeräten werden insbesondere die Kunststoffsorten PP und ABS eingesetzt, darüber hinaus finden Styrol/Butadien (SB) und PUR in der Kältegeräteherstellung Anwendung (Sander et al. 2004). Hier zeigt sich im Vergleich zu anderen Elektro- und Elektronikgeräten eine relativ geringe Vielfalt an unterschiedlichen Kunststoffarten.

Mit Blick auf die stoffliche Verwertung weisen Haushaltsgroßgeräte wegen der vergleichsweise geringen Vielfalt an unterschiedlichen Kunststoffsorten eine deutlich bessere Ausgangssituation auf (Kunststoffvielfalt gilt als zentrales Hemmnis für Recycling und hochwertigen Sekundärrohstoffeinsatz, vgl. Kap. 9). Für eine Abschätzung der potenziellen Kunststoffausbeute wird die vorgeschlagene Wiederverwendungs- und Recyclingquote von 50 Massenprozent bezogen auf die Kunststofffraktion (in Anlehnung an die Vorgabe in Belgien) bzw. 9,5 Massenprozent bezogen auf das durchschnittliche Gewicht je Gerät herangezogen. Dabei wird davon ausgegangen, dass es sich hierbei um eine konservative Abschätzung handelt, da die Quotensetzung in Belgien die Gesamtheit der Elektroaltgeräte betrifft, die prinzipiell eine schlechtere Ausgangssituation für ein stoffliches Recycling aufweisen als Haushaltsgroßgeräte alleine. Mit diesen Eckpunkten lässt sich eine kunststoffspezifische Recyclingmenge von 23.750 Tonnen ermitteln. Zum Vergleich: Die bislang werkstofflich verwertete Kunststoffmenge über alle 10 Produktkategorien beträgt bisher nur rund 18.000 t.

10.3.1.6 Abschließende Bewertung

Die Einführung kunststoffspezifischer Quotenvorgaben für Altfahrzeuge und Elektro- und Elektronikaltgeräte würde eine gezielte Steuerung der Materialströme erlauben und gibt gleichzeitig Investitionssicherheit für die Recyclingbranche. Kunststoffspezifische Verwertungsquoten würden damit eindeutig zu einer Erhöhung des Sekundärkunststoffangebots führen. Die Mengeneffekte können damit in beiden Fällen als relevant eingeschätzt werden. Das Ausmaß des Einsatzes dieser Sekundärkunststoffe hängt allerdings von der Qualität der gewonnenen Materialien ab und bestimmt letztlich die tatsächlichen Umwelteffekte⁷⁶.

Jedoch könnte durch das verpflichtende materialspezifische stoffliche Recycling eine kritische Masse erreicht werden, die es für die Produzenten im Rahmen der Herstellerverantwortung wirtschaftlich macht, in ein recyclingfreundliches Produktdesign zu investieren. Ein entsprechender Schub könnte durch flankierende Instrumente wie etwa spezifische Vorgaben in der Öko-Design Richtlinie zur Begrenzung des Einsatzes einer Vielzahl verschiedener Kunststoffarten erzielt werden.

⁷⁶ „Contamination may be a concern, as it impacts on the quality of the recycle or recycled product, which could affect the product's marketability. If recycling increases, but the use of recycled material does not, the environmental benefits of this option (WEEE and automotive plastic waste targets) could, in fact, be lower in the long term“ (BIO Intelligence Service 2011).

Da sowohl für die Entsorgung von Altfahrzeugen als auch Elektro- und Elektronikaltgeräte der gesetzliche Rahmen und die entsprechende Infrastruktur zur stofflichen Verwertung und Wiederverwendung gegeben und die Integration von Quoten rechtlich zulässig ist, wird die Umsetzbarkeit des Instruments grundsätzlich als hoch eingeschätzt.

Als wohl größte Schwierigkeit erscheint die Spezifizierung der Quote: Die Herausforderung besteht darin, Vorgaben/ Ziele für einen oftmals geringen Anteil des Produktanteils zu bestimmen. In anderen Worten: Anteile von Kunststoff sind in den Bereichen WEEE und Fahrzeuge gering. Daher wäre eine Mengenvorgabe schwierig zu bestimmen (BIO IS 2011, S. 18). Wie in den vorigen Abschnitten diskutiert, besteht insbesondere bei Elektro- und Elektronikaltgeräten die Herausforderung, trotz deren enorm unterschiedlichen Produktzusammensetzungen eine universelle Quote zu formulieren, die zum einen die gewünschten ökologischen Effekte erzielt, aber auch gleichzeitig nicht restriktiv auf die Machbarkeit wirkt. Hier ist daher eine Quotensetzung je Produktgruppe empfohlen bzw. diese an den Verwertungseigenschaften der Produkte und Materialien zu orientieren. Die administrativen Hürden sind demnach vielmehr durch die konkrete Auswahl der Fokussierung, als durch die Festlegung der Quotenhöhe selbst (im Falle eines geeigneten Fokus) gekennzeichnet. Die Höhe der Quote könnte kontinuierlich durch ein selbstlernendes Quotenmodell modifiziert werden. Grundsätzlich wäre bei der Einführung eines derartigen Instruments zu überlegen, weitere relevante Roh- und Werkstoffe durch spezifische Quoten zu berücksichtigen.

Tabelle 36: Abschließende Bewertung Instrument 1

	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
Kunststoffspezifische Quoten für Altfahrzeuge	++	+++
Kunststoffspezifische Quoten für Haushaltsgroßgeräte	++	++

Quelle: eigene Darstellung

10.3.2 Instrument 2: Steuer/ Abgabe auf die Verbrennung von Kunststoffabfällen

10.3.2.1 Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte

Eine Steuer oder Abgabe auf die energetische Verwertung von Abfällen könnte dazu beitragen, das Recycling von Kunststoffabfällen wettbewerbsfähiger zu machen und damit das Angebot von Sekundärkunststoffen erhöhen. Die Konkurrenz zur energetischen Verwertung von Kunststoffabfällen wurde im Rahmen dieser Studie als ein zentrales Hemmnis für den Einsatz von Sekundärkunststoffen identifiziert – auch wenn hier keine monokausalen Zusammenhänge zu sehen sind. Angesichts des aktuell zu beobachtenden Preisniveaus für die Abfallverbrennung rechnet sich jedoch insbesondere die kunststoffsortenreine Sortierung der Abfälle nicht, wenn diese auch für bis zu 30 Euro pro Tonne ihren Weg in die energetische Verwertung finden. Wie dargestellt, trifft dieses Hemmnis insbesondere für Spotmengen im Bereich der Gewerbeabfälle zu, um die sich angesichts der niedrigen Auslastung vieler Müllverbrennungsanlagen ein intensiver Preiswettbewerb entwickelt hat. Das genaue Ausmaß dieser Überkapazitäten ist umstritten: Eine Studie des Bundeskartellamts (2014, S. 83) sieht beispielsweise keinen Handlungsbedarf, verweist aber auch auf relevante Importe; andere Quellen bestätigen jedoch auch zumindest regional deutliche Überkapazitäten (z.B. Alwast 2014).

Das Grünbuch Kunststoffabfälle beschreibt die Gefahr eines „Staubsaugereffekts“ der energetischen Verwertung, der einem Recycling entgegensteht, obwohl insbesondere die fünfstufige Abfallhierar-

chie im Grundsatz die ökologische Überlegenheit der stofflichen gegenüber der energetischen Verwertung definiert. Eine weitere Legitimation für die Einführung einer Steuer oder Abgabe ergibt sich aus der Externalisierung von Kosten bei der Müllverbrennung. Die nachfolgende Tabelle verdeutlicht auf Basis von Untersuchungen niederländischer MVAs, dass einerseits durch die Gewinnung von Energie und die Rückgewinnung von Rohstoffen aus der Asche zwar positive Umwelteffekte stehen, diese aber deutlich überwogen werden durch Schadstoffemissionen und das Entstehen belasteter Abfälle insbesondere in Form der Filterrückstände (Dijkgraaf/ Vollebergh 2004). Diese Ergebnisse sind nicht 1:1 auf die aktuelle Situation in Deutschland übertragbar, verdeutlichen aber die mögliche Begründung einer Steuer/ Abgabe auf die Abfallverbrennung.

Tabelle 37: Externalisierte Kosten der Müllverbrennung in den Niederlanden 2004 in EURO pro Tonne

Externalisierte Kosten der Müllverbrennung		
Umweltkosten	Luftemissionen	17,26
	Chemie-Abfälle	28,69
	Summe (Umweltkosten brutto)	45,95
Umweltkosten-einsparung	Energie	22,62
	Material	5,76
Umweltkosten Netto		17,57

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach Dijkgraaf/ Vollebergh 2004

10.3.2.2 Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen

Nach Aussagen einer Studie im Auftrag der Europäischen Kommission zum Einsatz ökonomischer Instrumente im Abfallmanagement (Watkins et al. 2012) erheben derzeit (Stand: April 2012) sechs EU-Mitgliedsstaaten eine Steuer auf die Verbrennung kommunaler Abfälle (Österreich, Belgien, Dänemark, Frankreich, Niederlande, Spanien (Katalonien)). In den Niederlanden ist die Abfallverbrennungssteuer zurzeit mit einer Höhe von 0€ faktisch außer Kraft gesetzt; Tschechien berät derzeit über die Einführung einer solchen Steuer; in Schweden wurde sie 2006 eingeführt und 2010 bereits wieder abgeschafft. In allen Ländern mit einer aktuell in Kraft befindlichen Verbrennungssteuer wird gleichzeitig entweder eine Deponiesteuer erhoben oder die Deponierung unbehandelter Abfälle ist grundsätzlich untersagt. Als möglicher Ansatzpunkt für die Ausgestaltung kann dabei u.a. die dänische Abfallverbrennungssteuer gelten. Seit 1987 gibt es in Dänemark eine Abfallsteuer auf die Deponierung sowie die Verbrennung von alle Arten an ungefährlichen Abfällen, die sich anhand des Gewichts der zu entsorgenden Abfälle bemisst. Die Steuer wird auf alle Abfälle aus Haushalten und Unternehmen (mit Ausnahme von gefährlichen Abfällen und Biomasse) erhoben. Im Jahr 2010 hat sich die Steuer erneut erhöht und liegt nun bei DKK 330 (44 €)/Tonne für Abfallverbrennung und bei 475 (64 €)/Tonne für Deponierung (RenoSam und Rambøll 2006). Die Erlöse der staatlichen Umweltsteuer werden zur Finanzierung von Haushaltsdefiziten aufgewandt. Derzeit liegen die Einnahmen bei etwa 1,2 Milliarden Kronen (160 Millionen €) jährlich. In den ersten zehn Jahren nach Einführung der Steuer hat sich die Menge an insgesamt entsorgtem Abfall um fast 26 % verringert. Zudem wurde ein Anstieg des Recyclings und der Wiederverwertung von Haushalts- und Industrieabfällen sowie Bauschutt verzeichnet: Über 70 % der kommunalen Behörden gaben an, die Abfallsteuer habe ihr Abfallmanagement beeinflusst – konkrete Angaben zu Auswirkungen auf die Verwertung von Kunststoffabfällen liegen jedoch nicht vor.

10.3.2.3 Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung

Grundsätzlich sind bei der Ausgestaltung einer solchen Abgabe oder Steuer unterschiedliche Umsetzungen denkbar, insbesondere mit Blick auf die Bemessungsgrundlage. Idealerweise müsste eine solche Steuer/ Abgabe am spezifischen Kunststoffanteil im MVA-Input ansetzen und dabei auch noch die Unterschiede zwischen den verschiedenen Kunststoffsorten berücksichtigen. Die dafür notwendige Datengrundlage ist jedoch höchstens in Ansätzen vorhanden (Wagner et al. 2012) und wäre nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand vollständig zu ermitteln.

Angesichts des besonderen Problems der niedrigen Spotpreise bei gemischten Gewerbeabfällen und dem dort ermittelten hohen Potenzial zusätzlich verwertbarer Kunststoffabfälle könnte eine solche Abgabe/ Steuer daher auf den Gewerbeabfall fokussieren, auch wenn dadurch auch andere Stoffe außer Kunststoffe einbezogen würden. Allerdings bestünde bei einer Begrenzung auf einzelne Abfallschlüssel die Gefahr von Umdeklarierungen, um der Steuer zu entgehen. Daher wird vorgeschlagen, die Steuer auf sämtliche Abfälle mit Ausnahme von Siedlungsabfällen aus Haushalten zu beziehen; ggf. sind für einzelne Abfallströme wie EBS oder Mitverbrennung Sonderregelungen zu entwickeln.

Angesichts der Preisvolatilitäten sollte die Steuer/ Abgabe unbedingt auf die Masse in Tonnen und nicht z.B. prozentual auf den aktuellen Preis für die energetische Verwertung bezogen werden. Eine Orientierung am Delta zwischen aktuellem Preis für die energetische Verwertung und den tatsächlichen Kosten wäre hilfreich, muss allerdings an der Verfügbarkeit entsprechender Daten scheitern (hierbei könnte z.B. nicht der deutlich niedrigere Grenzkostenpreis herangezogen werden, sondern auch die maßgeblichen Investitionskosten einer MVA müssten berücksichtigt werden).

Als Ansatzpunkt könnte daher das dänische Vorbild mit einer Höhe von 44 Euro/t gelten. Die konkrete Höhe der Steuer/ Abgabe sollte durch ein vom UBA koordiniertes Gremium definiert und in regelmäßigen Abständen überprüft werden. Abzuführen wäre eine solche Steuer/ Abgabe von den Betreibern der energetischen Verwertungsanlagen. Es ist zu vermuten, dass die Steuer/ Abgabe dann vollständig auf die Anlieferer der zu verbrennenden Abfälle abgewälzt werden wird, so dass der letztendliche Steuerdestinatar der Verursacher dieser (neben anderen Werkstoffen) kunststoffhaltigen Abfälle sein wird, der damit den gewünschten finanziellen Anreiz zur verbesserten Getrennthaltung erhält.

Der hier unterbreitete Vorschlag unterscheidet sich von solchen, die auf die Schadstoffemission der Müllverbrennungsanlagen abstellen. Es wäre sicher kaum leistbar, z.B. die NO_x-Emissionen (Dubois 2013) bestimmter Müllfraktionen aus der Gesamtemission herauszudividieren und diese zum ökonomischen Anknüpfungspunkt der Besteuerung zu machen. Zudem würde man nicht unbedingt die stoffliche Verwertung fördern, sondern eher den Einbau von Schadstofffiltern. Auch wenn man vielmehr mit Blick auf den Klimaschutz auf Kohlendioxidemissionen durch die Abfallverbrennung abstellen würde (vgl. zur „Climate tax on waste incineration“: Finnveden/Ekvall/Arushanyan et. al. 2013, 841 ff.; Field 2002), wäre die Besteuerung nicht zielgenau auf die Anhebung des Recyclinganteils bei den Kunststoffabfällen gerichtet. Daher soll hier nicht auf NO_x, Staubemissionen oder CO₂-Emissionen abgestellt werden, sondern auf die verbrannte Abfallmenge.

10.3.2.4 Rechtliche Vorgaben

Aus rechtlicher Perspektive ist insbesondere zu klären, ob eine solche Müllverbrennungssteuer oder –abgabe auf der europäischen Ebene oder auf der mitgliedstaatlichen Ebene zu verankern wäre. Hierzu soll zunächst geprüft werden, ob eine solche Steuer oder Abgabe auf der EU-Ebene eingeführt werden könnte bzw. ob das EU-Recht der Einführung einer mitgliedstaatlichen Steuer/Abgabe entgegensteht.

Europäische Abfallverbrennungsabgabe

Zu prüfen ist daher in einem ersten Schritt, ob die EU eine Abfallverbrennungsabgabe einführen könnte. Die EU kann nach Art. 113 AEUV zur Harmonisierung der Umsatzsteuer, der Verbrauchsabgaben und der sonstigen indirekten Steuern Regelungen treffen (Seiler 2010, 67; Schmidt-Kötters/Held 2009, 1393). Hier kommt allein eine indirekte Steuer in Betracht. Als Steuer gilt auf der europäischen Ebene jede Abgabe, die keinen Gegenleistungsbezug aufzeigt. Auch wenn der Terminus der „indirekten“ Steuer bisher noch nicht abschließend geklärt werden konnte, lässt sich die Abgabe hierunter subsumieren. Es kann hier im Ergebnis dahinstehen, ob man finanzwissenschaftlich nach der Unterscheidung von Steuerschuldner und (kraft Überwälzung personenverschiedenem) Steuerträger oder nach der Belastung von Vermögenserwerb und -verbrauch differenziert. Es dürfte sich bei der Kunststoffverbrennungsabgabe um eine „indirekte“ Steuer handeln, so dass die besondere Harmonisierungskompetenz nach Art. 113 AEUV jedenfalls der allgemeinen Marktkompetenz aus Art. 115 AEUV vorzuziehen ist.

Dagegen scheidet die allgemeine Binnenmarktkompetenz nach Art. 114 AEUV von vornherein aus, da dessen zweiter Absatz die Nichtsteuerlichkeit zwingend voraussetzt (Seiler 2010, 76).

Eine etwaige Qualifizierung als „Steuer“ stünde auch einer Inanspruchnahme der Umweltschutzkompetenz aus Art. 192 AEUV nicht notwendig entgegen, der, wie sein Abs. 2 erkennen lässt, innerhalb der Reichweite seines Abs. 1 eine inhaltliche Verwandtschaft zur Steuer nicht ausschließt, sie aber mit einem anderen Verfahrensregime verbindet. Das exakte Verhältnis zwischen Art. 113 AEUV und Art. 192 AEUV ist komplex (Seiler 2010, 76 f.; Höhler/Lafuente 2007, 71). Die letztgenannte Kompetenznorm dient der Verwirklichung der Umweltschutzziele aus Art. 191 AEUV. Kunststoffrecycling als Bestandteil der Kreislaufwirtschaft dient dem Umweltschutz, weshalb die sachliche Anwendbarkeit hier gegeben ist. Art. 192 AEUV lässt, vgl. die Verfahrensregelung in Abs. 2, durchaus auch „Vorschriften überwiegend steuerlicher Art“ zu. In der Abgrenzung der beiden Normen muss es daher richtigerweise darauf ankommen, wo der Mittel und Zweck auswählende Normurheber den objektiven Schwerpunkt seines Regelwerkes legen will. Eine Umweltabgabe gehört zur Umweltpolitik, weshalb folglich die Zuständigkeit aus Art. 192 AEUV resultiert.

Eine Abfallverbrennungsabgabe könnte in einem ersten Schritt als öffentlich-rechtliche Geldleistungspflicht an einen Hoheitsträger mit Finanzierungsfunktion, das heißt als (Umwelt-)„Abgabe“ eingestuft werden. Zwar dürfte der Hauptzweck der Entgeltlichkeit der Verbrennung von Kunststoffabfällen in ihrer angestrebten Lenkungswirkung gesehen werden, die die Verbrennung von Gewerbeabfällen verteuern und dadurch senken soll. Dies bleibt jedoch für die Bejahung des Abgabenbegriffs unschädlich, weil noch der Nebenzweck der hoheitlichen Einnahmenerzielung hinzutritt.

Das EuG hatte 2006⁷⁷ in einer Entscheidung zu britischen Granulaten einen weitreichenden Gestaltungsspielraum der Mitgliedstaaten für Umweltabgaben skizziert: „Da die Ökoabgaben naturgemäß spezifische Maßnahmen darstellen, die die Mitgliedstaaten im Rahmen ihrer Umweltpolitik ergreifen, für die sie zuständig bleiben, solange es keine Harmonisierungsmaßnahmen gibt, hat die Kommission in diesem rechtlichen Rahmen bei der Beurteilung einer Ökoabgabe anhand der Gemeinschaftsvorschriften über staatliche Beihilfen die in Artikel 6 EG genannten Erfordernisse des Umweltschutzes zu berücksichtigen. Denn nach diesem Artikel müssen diese Erfordernisse bei der Festlegung und Durchführung u. a. eines Systems einbezogen werden, das den Wettbewerb innerhalb des Binnenmarktes vor Verfälschungen schützt.“

⁷⁷ EuG, Urteil vom 13.09.2006 - T-210/02, ZUR 2006, 541.

Der EuGH hat sich in einer späteren Entscheidung ebenfalls zu britischen Granulaten 2008⁷⁸ kritischer mit der Selektivität von EU-Umweltabgaben auseinandergesetzt. Im Lichte der Beihilfenrechtsprechung wurde u.a. kritisiert, dass nur bestimmte Stoffe von der Abgabe erfasst wurden⁷⁹:

Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass eine europäische Abfallverbrennungsabgabe in ihrem Anwendungsbereich jedenfalls so breit angelegt werden müsste, dass keine selektive Begünstigung bewirkt wird. Das würde für eine möglichst allumfassende Abfallverbrennungsabgabe sprechen.

⁷⁸ EuGH, Urteil vom 22.12.2008 - C-487/06 P. BeckRS 2011, 81261; vgl. auch *Bartosch 2010*, 12.

⁷⁹ „Im Licht dieser Rechtsprechung ist festzustellen, dass das Gericht Art. 87 Abs. 1 EG in seiner Auslegung durch den Gerichtshof dadurch verkannt hat, dass es in Rn. 115 des angefochtenen Urteils entschieden hat, es stehe den Mitgliedstaaten frei, bei der Abwägung der verschiedenen bestehenden Interessen ihre Prioritäten im Umweltschutz zu definieren und entsprechend die Güter oder Dienstleistungen zu bestimmen, die sie einer Ökoabgabe zu unterwerfen beschließen, so dass der bloße Umstand, dass eine Ökoabgabe nicht für sämtliche ähnliche Tätigkeiten mit vergleichbarer Umweltauswirkung gelte, nicht die Annahme zulasse, dass ähnliche, dieser Ökoabgabe nicht unterliegende Tätigkeiten von einem selektiven Vorteil profitierten.“

⁸⁷ Wie der Generalanwalt in Nr. 98 seiner Schlussanträge ausgeführt hat, schließt dieser Ansatz, der allein auf der Berücksichtigung des verfolgten Umweltzieles beruht, a priori die Möglichkeit aus, die Freistellung von Wirtschaftsteilnehmern, die sich im Hinblick auf das verfolgte Ziel in vergleichbaren Situationen befänden, von der Abgabe als „selektive Begünstigung“ zu betrachten, und zwar unabhängig von den Wirkungen der in Rede stehenden fiskalischen Maßnahme, obwohl Art. 87 Abs. 1 EG nicht nach den Gründen oder Zielen der staatlichen Maßnahmen unterscheidet, sondern diese nach ihren Wirkungen beschreibt.

⁸⁸ Dieses Ergebnis ist umso mehr geboten angesichts von Rn. 128 des angefochtenen Urteils, wonach Inkohärenzen zwischen dem Anwendungsbereich der AGL und den verfolgten Umweltzielen selbst dann gerechtfertigt sein könnten, wenn dafür Gründe angeführt würden, die nicht zum Umweltschutz gehörten, wie das Bemühen um die Erhaltung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit bestimmter Sektoren. Daher kann die Differenzierung zwischen Unternehmen ebenfalls nicht als durch Wesen oder Struktur des Systems gerechtfertigt betrachtet werden, in das sie sich einfügt (vgl. in diesem Sinne u. a. Urteil *Adria-Wien Pipeline* und *Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke*, Randnr. 54).

⁸⁹ Ebenfalls zu Unrecht hat das Gericht in den Rn. 120 und 121 des angefochtenen Urteils die vorliegende Rechtssache von der Rechtssache *Adria-Wien Pipeline* und *Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke* mit der Begründung unterschieden, dass das Urteil in der letztgenannten Rechtssache nicht die Abgrenzung des materiellen Anwendungsbereichs einer Ökoabgabe betroffen habe wie im vorliegenden Fall, sondern die teilweise Freistellung einer bestimmten Gruppe von Unternehmen von der Entrichtung einer solchen Abgabe. Art. 87 Abs. 1 EG beschreibt nämlich die staatlichen Maßnahmen nach ihren Wirkungen und somit unabhängig von den verwendeten Techniken.

⁹⁰ Zwar hat, wie das Gericht in Rn. 117 des angefochtenen Urteils ausgeführt hat, die Kommission bei der Beurteilung einer spezifischen Maßnahme wie einer Ökoabgabe, die die Mitgliedstaaten in einem Bereich ergriffen haben, für den sie zuständig bleiben, solange es keine Harmonisierungsmaßnahmen gibt, anhand der Gemeinschaftsvorschriften über staatliche Beihilfen die in Art. 6 EG genannten Erfordernisse des Umweltschutzes zu berücksichtigen, die nach dieser Bestimmung bei der Festlegung und Durchführung u. a. eines Systems einbezogen werden müssen, das den Wettbewerb innerhalb des Binnenmarkts vor Verfälschungen schützt.

⁹¹ Ferner ist daran zu erinnern, dass der Umweltschutz eines der wesentlichen Ziele der Union ist. So heißt es in Art. 3 Abs. 3 EUV, dass es insbesondere Aufgabe der Gemeinschaft ist, „ein hohes Maß an Umweltschutz und Verbesserung der Umweltqualität“ zu fördern (vgl. noch zu Art. 2 und Art. 3 Abs. 1 EGV a.F. die Urteile vom 7. Februar 1985, *ADBHU*, 240/83, Slg. 1985, EUGH-SLG Jahr 1985 Seite 531, Rn. 13, vom 20. September 1988, *Kommission/Dänemark*, 302/86, Slg. 1988, EUGH-SLG Jahr 1988 Seite 4607, Rn. 8, vom 2. April 1998, *Outokumpu*, C- 213/96, Slg. 1998, I- EUGH-SLG Jahr 1998 I Seite 1777, Rn. 32, und vom 13. September 2005, *Kommission/Rat*, C- 176/03, Slg. 2005, I- EUGH-SLG Jahr 2005 I Seite 7879, Rn. 41).

⁹² Allerdings rechtfertigt die Notwendigkeit, die Erfordernisse des Umweltschutzes zu berücksichtigen, so legitim diese auch sein mögen, nicht die Nichteinbeziehung selektiver Maßnahmen, mögen sie auch so spezifisch sein wie Ökoabgaben, in den Anwendungsbereich von Art. 87 Abs. 1 EG (vgl. in diesem Sinne u. a. Urteil vom 13. Februar 2003, *Spanien/Rat*, Rn. 54), da eine zweckdienliche Berücksichtigung der Umweltschutzziele auf jeden Fall bei der Beurteilung der Vereinbarkeit der staatlichen Beihilfemaßnahme mit dem Gemeinsamen Markt gemäß Art. 87 Abs. 3 EG erfolgen kann.“

Fraglich ist aber, ob eine europäische Abfallverbrennungsabgabe den Anforderungen des Subsidiaritätsprinzips gerecht zu werden vermag. Rechtliche Grundlagen sind Art. 5 Abs. 3 des Vertrags über die Europäische Union (EUV) und Protokoll (Nr. 2) über die Anwendung der Grundsätze der Subsidiarität und der Verhältnismäßigkeit. Gemäß Art. 5 Abs. 3 EUV gelten für ein Tätigwerden der Organe der Union unter Anwendung des Subsidiaritätsprinzips gleich drei Voraussetzungen: a) Es darf sich nicht um einen Bereich der ausschließlichen Zuständigkeit der Union handeln; b) die jeweiligen Ziele der in Betracht gezogenen Maßnahmen können durch die Mitgliedstaaten nicht ausreichend verwirklicht werden; c) die Maßnahmen können wegen ihres Umfangs oder wegen ihrer Wirkungen besser durch ein Tätigwerden seitens der Union verwirklicht werden. Hinzu kommt, dass die beabsichtigten EU-Maßnahmen nicht über das für die Erreichung der Vertragsziele erforderliche Maß hinausreichen dürfen. Es erscheint fraglich, ob der Herausforderung der Kreislaufwirtschaft wirklich nur durch ein inter- und damit auch supranationales Handeln begegnet werden kann. Dagegen spricht schon, dass die Kunststoffrecyclingquoten von Mitgliedsstaat zu Mitgliedsstaat unterschiedlich sind. Es ist nicht so, dass der Gemeinsame Binnenmarkt zwingend *eine* europäische Regelung bedingen würde. Sicher ist die Vermeidung von Verzerrungen im Wettbewerb des europäischen Binnenmarktes ein Belang, zwingend spricht der aber nicht für eine nur europäische Lösung.

Hinzu kommt ein verfahrensmäßiges Bedenken gegenüber einer europäischen Kunststoffverbrennungsabgabe: Nach Art. 199 AEUV müssen fiskalische Regelungen nach dem Einstimmigkeitsprinzip verabschiedet werden. In diesem Einstimmigkeitserfordernis sehen Kritiker das größte Hindernis für EU-Umweltsteuern (Frenz 2010, 203). Das bedeutet, dass die Sachkompetenz für den Umweltschutz in Art. 191 AEUV nicht für die Begründung einer Grundlage für den Erlass steuerlicher oder anderer fiskalischer Abgaben zur Verfügung steht. Damit steht fest, dass die EU grundsätzlich die Kompetenz zum Erlass einer Abfallverbrennungsabgabe hätte. Bei der Ausübung ihrer Kompetenz wäre sie allerdings an die Beachtung des Subsidiaritätsprinzips gebunden. Es steht kaum zu erwarten, dass die Union sich im Europäischen Rat auf eine einheitliche Vorgehensweise einigen könnte. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bereits einige europäische Mitgliedsstaaten über eine Müllverbrennungsabgabe verfügen (s.o.), wieder andere aber nicht. Zudem zeigt die aktuelle Diskussion um eine koordinierte Herangehensweise an das Kunststofftütenverbot, wie schwer die Abstimmung der Staaten auch im Bereich der Abfallpolitik tatsächlich ist. Zusammengefasst: Eine EU-Müllverbrennungsabgabe wäre grundsätzlich zulässig, wäre wünschenswert ist aber politisch eher schwierig zu bewerkstelligen.

Europarechtliche Hindernisse für eine deutsche Abfallverbrennungssteuer/-abgabe

Die folgende Darstellung kann sich mithin in einem zweiten Schritt auf etwaige europarechtliche Hindernisse gegen die Einführung einer solchen Steuer oder Abgabe in Deutschland konzentrieren. Eine deutsche Verbrennungssteuer für Gewerbeabfälle müsste mit dem EU-Recht vereinbar sein. Sie dürfte nicht gegen das steuerliche Diskriminierungsverbot nach Art. 110 AEUV verstoßen.⁸⁰ Art. 110 AEUV (ex Art. 90 Abs. 1 EGV) bestimmt:

„Die Mitgliedstaaten erheben auf Waren aus anderen Mitgliedstaaten weder unmittelbar noch mittelbar höhere inländische Abgaben gleich welcher Art, als gleichartige inländische Waren unmittelbar oder mittelbar zu tragen haben.“

Die Erhebung solcher Abgaben ist folglich unzulässig, wenn die unterschiedliche Belastung in- und ausländischer Waren zu einer Diskriminierung (ungerechtfertigte Schlechterbehandlung) führt. Eine

⁸⁰ Vgl. zu Art. 110 AEUV. u. a. Urteile v. 17. Juni 2003, De Danske Bilimportører, C- 383/01, Slg. 2003, I- EUGH-SLG Jahr 2003 I Seite 6065, Rn. 34, und v. 5. Oktober 2006, Nádassdi und Németh, C- 290/05 und C- 333/05, Slg. 2006, EUGH-SLG Jahr 2006 Seite I- 10115, Rn. 38 bis 41.

solche Diskriminierung kann durch unterschiedliche Steuersätze, Differenzierungen in den Bemessungsgrundlagen, verschiedene Erhebungsmodalitäten oder einseitige Steuervergünstigungen begründet werden.⁸¹

Eingeführte Waren dürfen nach dieser Maßgabe keiner höheren Abgabenbelastung unterliegen als gleichartige inländische Produkte.⁸² Im Sinne der Vereinbarkeit mit Art. 110 AEUV ist das im Rahmen der Einführung der Müllverbrennungsabgabe in Deutschland zu berücksichtigen.

Weiterhin müsste die Müllverbrennungssteuer bzw. -abgabe mit dem Beihilfeverbot nach Art. 107 AEUV (ex Art. 87 Abs. 1 EGV) vereinbar sein. Diese Vorschrift soll Wettbewerbsverzerrungen entgegenwirken, die durch staatliche Begünstigung einzelner Unternehmen oder Produktionszweige entstehen. Eine direkte Begünstigung ist im Rahmen der Müllverbrennungsabgabe nicht anzunehmen. Vielmehr ist diese durch eine belastende Wirkung gekennzeichnet. Vor dem Hintergrund etwaiger Ausnahmetatbestände wären die Vorgaben des Art. 107 AEUV jedoch zu berücksichtigen, da diese im ungünstigsten Falle eine „versteckte“ Beihilfe darstellen könnten (Bieber 2012, 257; Frenz 2000, 137). Nach dem Auslaufen des bis 2014 geltenden sog. Gemeinschaftsrahmens für den Umweltschutz hat die Kommission den neuen Gemeinschaftsrahmen 2014-2020 beschlossen (European Commission 2014; Europäische Kommission 2014b). In den Ziffern 157-160 werden Voraussetzungen für die Zulässigkeit von staatlichen Beihilfen für das Abfallmanagement (u.a. das Abfallrecycling) definiert, ohne dass aber auf die hier angesprochenen Ausnahmen von Abfallverbrennungssteuern eingegangen wird.

Das 7. Umweltaktionsprogramm (7. EAP) bezeichnet die Vermeidung, die Wiedernutzung sowie das Abfallrecycling als Hauptprioritäten. Zu ergänzen ist in diesem Zusammenhang, dass die Europäische Umweltagentur (EEA) die Verwendung ökonomischer Instrumente im Rahmen der Umweltpolitik und genauer zur Verwirklichung der Kreislaufwirtschaft ausdrücklich begrüßt (EEA 2006, 2008).

Nach alldem ist als Zwischenergebnis davon auszugehen, dass EU-Recht der Einführung einer deutschen Abfallverbrennungssteuer bzw. -abgabe nicht im Wege steht.

Wahl zwischen einer Steuer- bzw. Abgabenlösung

Abgabensubjekt einer Steuer oder Abgabe auf die Verbrennung von Gewerbeabfällen sind die im Hinblick auf Gewerbeabfälle verbrennenden Unternehmen, die die durch die Abgabe entstehenden Preiserhöhungen in der Wertschöpfungskette weiterreichen werden. Damit werden externe Kosten über die finanzielle Belastung internalisiert, womit der Preis des Stoffes ansteigt. Bezweckt ist eine Mengenreduzierung. Unterziel ist insbesondere der steigende Einsatz an Recycling- und Sekundärrohstoffen für den Industriebereich.

1. Im Hinblick auf den Regelungsgegenstand/Abgabentatbestand einer zu erhebenden Abgabe ist zunächst eine nähere Konkretisierung der betroffenen Abfallströme nötig.
2. Unabhängig von ihrer Bezeichnung, erscheint es in der Sache sinnvoll, die Prüfung der Einführung einer Abgabe auf die Verbrennung von Kunststoffabfällen zu konzentrieren.

Fraglich ist, welche Ziele mit einer solchen Steuer bzw. Abgabe verfolgt werden sollen. Je nach festgelegtem Abgabenzweck ändert sich auch die rechtliche Konstruktion einer Verbrennungsabgabe. Die Abgabe soll die Reduktion der Verbrennung von Kunststoffabfällen zugunsten der stofflichen Ver-

⁸¹ EuGH, Slg. 1997, I-5981.

⁸² EuGH, Urt. v. 07.04.2011 – C-402/09, Slg. I 2011, 2733 (Rumänische Autoumweltsteuer).

wertung bewirken. Diesem Problem der umweltpolitisch nicht gewollten Verbrennung könnte die Verbrennungsabgabe im Sinne einer Vermeidungsabgabe begegnen, indem sie zu einer Verteuerung des Brennstoffes, mithin einer Steuerung bzw. Lenkung der Nachfrage, führt. Im Ergebnis soll eine umweltgerechte Preisbildung bezweckt werden.

Darüber hinaus führt die Verbrennung zur Emission von Luftschadstoffen sowie zu CO₂-Ausstoss. Durch die Einführung einer Abgabe auf die Verbrennung von Kunststoffabfällen könnten diese „externen Effekte“ internalisiert werden (Bleischwitz, R./Bahn-Walkowiak/Wilts 2010, 46). Dem Verursacherprinzip entsprechend würden nur diejenigen belastet, die diese Stoffe (hier: Kunststoffe) direkt oder indirekt in Anspruch nehmen (Roßnagel/Sanden 2007, 18).

Im Folgenden wird geprüft, ob und wie eine rechtskonforme Einführung einer Abfallverbrennungssteuer oder -abgabe in Deutschland auf Bundesebene umsetzbar wäre. Dazu wird die Vereinbarkeit der Abgabe mit dem nationalen Verfassungsrecht untersucht. Es ist zunächst fraglich, welchem Abgabentypus eine Abfallverbrennungsabgabe nach deutschem Verfassungsverständnis zuzuordnen ist. Davon hängt u.a. die Frage ab, welche Kompetenzgrundlage verwendet werden kann. Abgaben sind öffentlich-rechtliche Geldleistungspflichten, die einseitig auferlegt wurden und deren Ziel (zumindest auch) die Einnahmeerzielung des Staates ist (Elsner/Kaltenborn 2005, 824; Kirchhof 2001, Rn. 2). Sie können grundsätzlich als Steuern und nicht-steuerliche Abgaben, d.h. Vorzugslasten und Sonderabgaben, erhoben werden (Kirchhof 1983, 508; Selmer/Brodersen 2000, 1153). Da die Finanzverfassung des Grundgesetzes jedoch keinen abschließenden Kanon zulässiger Abgabentypen enthält⁸³, werden darüber hinaus noch weitere Abgabenarten diskutiert. Bei der Wahl eines Abgabentypus ist der Gesetzgeber weitgehend autonom (Selmer/Brodersen 2000; Weber-Grellet 2001, 3662). Die Notwendigkeit einer Abgrenzung ist darin begründet, dass die Kompetenzen zur Einführung einer Abgabe primär vom konkreten Abgabentypus abhängen (Sanden 1994, 106 ff.). Maßgebliches Kriterium für die Zuordnung zu einem Abgabentypus ist der materiell-inhaltliche Gehalt der Abgabe.⁸⁴

Zu klären ist daher, welchem Abgabentypus eine Abfallverbrennungssteuer oder -abgabe, die neben der Einnahmengenerierung dazu dienen könnte, einen sinnvolleren Umgang mit knappen Sekundärrohstoffen zu fördern oder schlicht den Vorteil Einzelner aus der Verfeuerung von Kunststoffabfällen ausgleichen, zuzuordnen wäre.

Abgabentypus „Steuer“

Die Abfallverbrennungsabgabe könnte möglicherweise in der Form einer „Steuer“ erhoben werden. Die Erhebung einer Steuer für Kunststoffmüll ist im Frühjahr 2013 für Kunststofftüten (i.H.v. 22 Cent) vorgeschlagen worden (Focus 2013), ohne allerdings die Verbrennung des Kunststoffabfalls in den Vordergrund zu stellen. Eingangs der rechtlichen Prüfung ist aber zu prüfen, ob das Instrument der Steuer überhaupt opportun ist, um den angestrebten Zweck zu erreichen. Nach § 3 der Abgabenordnung (AO) sind Steuern

„Geldleistungen, die nicht eine Gegenleistung für eine besondere Leistung darstellen und von einem öffentlich-rechtlichen Gemeinwesen zur Erzielung von Einnahmen allen auferlegt werden, bei denen

⁸³ Etwa BVerfG, Beschluss v. 31.05.1990, 2 BvL 12/88, 2 BvL 13/88, 2 BvR 1436/87, BVerfGE 82, 159 (181); BVerfG, Beschluss v. 07.11.1995, 2 BvR 413/88, 2 BvR 1300/93, zit. nach juris, Rn. 149; .

⁸⁴ BVerfG, Urteil v. 10.12.1980, 2 BvF 3/77, BVerfGE 55, 274 (299); Urteil v. 06.11.1984, 2 BvL 19/83, 2 BvL 20/83, 2 BvR 363/83, 2 BvR 491/83, BVerfGE 67, 256 (282); BVerfGE 92, 91, BVerfGE 92 114; BVerfGE 108 13; BVerfGE 110, 370, BVerfGE 110 384; Selmer/Brodersen 2000, 1154).

der Tatbestand zutrifft, an den das Gesetz die Leistungspflicht knüpft; die Erzielung von Einnahmen kann Nebenzweck sein.“

Wesensmerkmal einer Steuer ist somit die (voraussetzungslose) Erzielung von Einnahmen für den allgemeinen Finanzbedarf eines Gemeinwesens.⁸⁵ Die einzelnen Charakteristika des Steuerbegriffs sind demnach:

- ▶ Geldleistungen,
- ▶ nicht Gegenleistung für eine besondere Leistung der steuererhebenden Körperschaft,
- ▶ von einem öffentlich-rechtlichen Gemeinwesen,
- ▶ zur Erzielung von Einnahmen auferlegt (kann auch Nebenzweck sein),
- ▶ finanzieren allgemeine Staatsaufgaben,
- ▶ fließen in den allgemeinen Haushalt.

Dieses einfachgesetzliche Verständnis des Steuerbegriffes stimmt mit dem verfassungsrechtlichen Steuerbegriff weitgehend überein⁸⁶ und wird somit für die hier zu prüfenden Fragen zu Grunde gelegt.

Neben der Deckung des Finanzbedarfes des Staates, d.h. einer rein fiskalischen Ausrichtung, können Steuern auch anderen Zwecken dienen. Wie bereits angeführt, statuiert der § 3 S. 1 2. HS AO, dass auch die Verfolgung fiskalischer Nebenzwecke ausreichend ist, mithin die Instrumentalisierung der Steuer für staatliche Lenkungs Zwecke durch den Gesetzgeber gebilligt wird, um bestimmte Gestaltungswirkungen zu erzielen (Hendler/Heimlich 2001, 3657; Selmer/Brodersen 2000, 1153; Schröder 2012 1438). Durch diese sog. Lenkungssteuern sollen demnach nicht nur Einnahmen erzielt werden, sondern darüber hinaus auch weitere öffentliche Zwecke verfolgt werden (Weber-Grelet 2001, 3657), d.h. Lenkungs Zweck und Fiskalzweck stehen nebeneinander. Lenkungssteuern bilden eine Alternative zu ordnungsrechtlichen Ge- und Verboten und werden auch durch das Bundesverfassungsgericht sowie von der Literatur für zulässig erachtet.⁸⁷ Tatsächlich gibt es eine ganze Reihe von Steuern, die auch ökologische Zwecke verfolgen (s. den Überblick bei de Hesselde 2004, 57 ff). Der Lenkungs Zweck müsse jedoch von einer erkennbaren gesetzgeberischen Entscheidung getragen und gleichheitsgerecht ausgestaltet sein.⁸⁸ Hinsichtlich des Erfordernisses „einer erkennbaren gesetzgeberischen Entscheidung“ führte das BVerfG z.B. in seiner Entscheidung zur Ökosteuerreform⁸⁹ aus:

„Aus der Gesamtschau der strom- und mineralölsteuerlichen Vorschriften lässt sich der ökologisch motivierte Lenkungs Zweck erschließen, über eine Verteuerung des Energieverbrauchs Anreize zur Energieeinsparung zu bieten und damit günstige Umwelteffekte zu erzielen. Auch aus den Gesetzesmaterialien, insbesondere aus der Begründung des Entwurfs eines Gesetzes zum Einstieg in die ökologische Steuerreform (BTDrucks 14/40, S. 1, 9), der Beschlussempfehlung (BTDrucks 14/408, S. 1, 2) und dem Bericht des Finanzausschusses des Deutschen Bundestags (BTDrucks 14/440, S. 9 ff.), ergibt sich der Zweck des Gesetzes hinreichend deutlich, die Inanspruchnahme von Umweltgütern teurer zu machen und den Faktor Arbeit zu entlasten.“⁹⁰

⁸⁵ Vgl. BVerfGE 82, 159 = NVwZ 1990, 53; BVerfGE 91, 186 = NJW 1995, 381.

⁸⁶ Etwa BVerfG, Beschluss v. 09.03.1960, BVerfGE 10, 372 (380 f.); so auch Hendler 2009, S. 6, m.w.N.

⁸⁷ St. Rspr., s. nur etwa BVerfG, Urteil v. 10.12.1980, 2 BvF 3/77, BVerfGE 55, 274; BVerfG, Urteil v. 27.06.1991, BVerfGE 84, 239 (274); BVerfG, Beschluss v. 07.11.2006, 1 BvL 10/02, NJW 2007, 573 (575); aus dem Schrifttum siehe nur etwa Osterloh 1991, 823; Rodi, 1993

⁸⁸ BVerfG, Beschluss v. 07.11.2006, 1 BvL 10/02, NJW 2007, 573, 575.

⁸⁹ BVerfG, Urteil v. 20.04.2004, BVerfGE 110, 274 = NVwZ 2004, 846 ff. (Ökosteuer). Zur Kritik an der Ökosteuerreform s. auch Hamm 2001

⁹⁰ BVerfG, Urteil v. 20.04.2004, BVerfGE 110, 274 = NVwZ 2004, 846 (848) (Ökosteuer).

Einschränkend gilt zu beachten, dass reine Lenkungsabgaben, die (selbst als Nebenzweck) nicht auf eine Einnahmenerzielung abzielen, sowie Abgaben mit erdrosselnder Wirkung, d.h. solche, die, unter Inkaufnahme eines kompletten Steuerausfalles, auf eine vollständige Vermeidung des abgabebelasteten Verhaltens abzielen, nicht vom Steuerbegriff erfasst sind.⁹¹ In diesen Konstellationen wandelt sich die Finanzierungsfunktion der Abgabenerhebung in eine Verwaltungsfunktion mit Verbotscharakter.⁹² Bei der Konstruktion einer Kunststoffverbrennungssteuer kann die Finanzierungsfunktion in den Vordergrund gestellt werden, so dass die Lenkungsfunktion dahinter zurücktritt. Als Beispiel ist die sog. Energiesteuer zu sehen, die sich auf Energieerzeugnisse bezieht und gemäß gesetzlicher Definition eine Verbrauchssteuer darstellt (§ 1 Abs. 1 S. 2 EnergieStG). Nach richtiger Auffassung ist das Gesetz nicht auf Siedlungsabfall oder Gewerbeabfall als Brennstoff in Abfallverbrennungsanlagen anwendbar, weil es bereits an der Eigenschaft eines Energieerzeugnisses fehlt und auch nicht die Verwendung als Heizstoff im Vordergrund steht (Kobes 2011). Wenn bei einer Kunststoffverbrennungsabgabe allerdings die Lenkungsfunktion ganz im Vordergrund stehen soll (Aufkommen soll gegen null gehen), scheidet eine Steuerlösung aus.

Sollte die Abfallverbrennungsabgabe mit Hauptfinanzierungsfunktion als „Steuer“ ausgestaltet werden, so müsste sie zunächst ohne staatliche Gegenleistung zu erbringen sein. Der Abgabetypus „Steuer“ wäre mithin nicht einschlägig, wenn es im Rahmen der Verbrennung von Kunststoffabfall zu einer solchen Gegenleistung kommt. Eine derartige Gegenleistung könnte wiederum dann anzunehmen sein, wenn die Abfallverbrennungsabgabe dem Abgabetypus „Vorzuglast“ unterfallen würde, da „Vorzuglasten“ (gegen-) leistungsabhängig sind. Demnach erscheint es sinnvoll, zunächst zu prüfen, ob die Abgabe dem Typus „Vorzuglasten“ zugeordnet werden kann, was im Falle der Bejahung zum Ausschluss des Typus „Steuer“ führen würde.

Abgabetypus „Vorzuglasten“ (Gebühren u. Beiträge)

Vorzuglasten sind Entgelte für die Bereitstellung und Inanspruchnahme öffentlicher Leistungen bzw. Einrichtungen (Weber-Grellet 2001, 3661) und sind durch einen engen Zusammenhang zwischen der finanziellen Leistung eines Einzelnen und staatlichen Gegenleistungen gekennzeichnet (Selmer/Brodersen 2000, 1162). Wie bereits festgestellt, grenzt dieses Merkmal der Gegenleistung die Vorzuglasten von den Steuern ab. Gebühren und Beiträge müssen dem Kostendeckungsprinzip und dem Äquivalenzprinzip genügen, um das Preis-Leistungsverhältnis zu wahren. Das Kostendeckungsprinzip besagt, dass sich die Höhe der Gebühr bzw. des Beitrags nach dem staatlichen Aufwand für die erbrachte Leistung zu richten hat,⁹³ das Äquivalenzprinzip hingegen fordert, dass darüber hinaus ein angemessenes Verhältnis zwischen dem Wert der Leistung und der geforderten Gebühr bestehen muss (Sackofsky 2000, 101, Kirchhof 1983, 512). Vorzuglasten lassen sich in „Gebühren“ und „Beiträge“ differenzieren.

⁹¹ Vgl. BVerfG, Entscheidung v. 22.05.1963, 1 BvR 78/56, BVerfGE 16, 147 (161); Beschluss v. 08.12.1970, 1 BvR 95/68, BVerfGE 29, 327 (331); Beschluss v. 25.09.1992, 2 BvL 5/91, 2 BvL 8/91, 2 BvL 14/91, BVerfGE 87, 153 (169); zur Abgrenzung von Fiskalzweck- und Lenkungsnorm vgl. auch *Birk* 2013, 204.

⁹² Etwa BVerfG, Beschluss v. 06.05.1997, 1 BvR 409/90, BVerfGE 96, 61 (81); Urteil v. 07.05.1998, 2 BvR 1991/95, 2 BvR 2004/95, BVerfGE 98, 106 (118).

⁹³ Etwa BVerwG, Urteil v. 24.03.1961, VII C 29.60, BVerwGE 12, 162 (167); Urteil v. 08.12.1961, VII C 2.61, BVerwGE 13, 214 (222).

„Gebühren“ sind öffentlich-rechtliche Geldleistungen, die aus Anlass individuell zurechenbarer öffentlicher Leistung dem Gebührenschuldner auferlegt werden und dazu bestimmt sind, in Anknüpfung an diese Leistung deren Kosten ganz oder teilweise zu decken.⁹⁴ Beiträge hingegen sind öffentlich-rechtliche Geldleistungen, die zur vollen oder teilweisen Deckung des Aufwandes einer öffentlichen Einrichtung von denjenigen erhoben werden, denen die Herstellung oder der Bestand der Einrichtung besondere Vorteile gewährt.⁹⁵ Von „Gebühren“ unterscheiden sich „Beiträge“ mithin dadurch, dass der „Beitrag“ nicht für die tatsächliche Inanspruchnahme einer staatlichen Leistung, sondern bereits für deren Bereitstellung erhoben wird und zwar unabhängig davon, ob der Begünstigte von ihr Gebrauch macht. „Beiträge“ entgelten demnach die potentielle Inanspruchnahme einer staatlichen Leistung (Jarass 1999, 28).

Eine Abfallverbrennungsabgabe in Gestalt eines „Beitrags“ erscheint nicht sinnvoll, da der Zweck einer solchen Abgabe in der Belastung der tatsächlichen Inanspruchnahme bzw. der ökologisch falschen Verwendung von Kunststoffabfällen und nicht in der Entgeltung potentieller Vorteile aus staatlichen Einrichtungen liegt.⁹⁶

Zu prüfen ist demnach, ob die Abfallverbrennungsabgabe in Form einer Gebühr ausgestaltet werden könnte. Gebühren, die bei der tatsächlichen Inanspruchnahme von staatlichen Leistungen geschuldet werden, lassen sich grundsätzlich in Verwaltungs- und Benutzungsgebühren unterscheiden (Jarass 1999, 29). Darüber hinaus werden teilweise eine „Verleihungsgebühr“ (Kirchhof 1987, 554; Hendler 2009, 10) und eine „Ressourcennutzungsgebühr“ (Murswiek 1994, 170 ff.) als eigenständige Gebührentypen angesehen.

Verwaltungs- und Benutzungsgebühr

Die Abfallverbrennungsabgabe unterfällt nicht den klassischen Gebührentypen, der „Verwaltungsgebühr“ und der „Benutzungsgebühr“. Eine „Verwaltungsgebühr“ wird erhoben, wenn der Abgabenschuldner eine individuell gewidmete staatliche Leistung von einem Verwaltungsapparat (Amtshandlung oder Verwaltungstätigkeit) in Anspruch nimmt (Sackofsky 2000, 94; Hendler 2009, 5). Von „Benutzungsgebühr“ spricht man, wenn die Gebühr die Inanspruchnahme einer öffentlichen Einrichtung entgelt (Sackofsky 2000, 92 f.). Diese Merkmale der beiden Gebührentypen sind vorliegend nicht erfüllt. Die Abgabe soll weder die Inanspruchnahme einer staatlichen Leistung von einem Verwaltungsapparat noch die Inanspruchnahme einer öffentlichen Einrichtung entgelten. Ansatzpunkt der Müllverbrennungsabgabe ist vielmehr die tatsächliche Verbrennung von Kunststoffabfällen. Zwar ist nicht auszuschließen, dass dieser sachliche Vorgang in einer kommunalen Einrichtung, etwa einer durch eine städtische Gesellschaft betriebene Müllverbrennungsanlage geschieht. Das ist auch nicht zwangsläufig der Fall, wenn man an private Entsorger denkt. Anknüpfungspunkt der Abgabe ist aber nicht der Ort der Verbrennung, sondern vielmehr der Vorgang (Realakt) als solcher. Die angedachte Abgabe hat mit der Benutzung einer kommunalen Einrichtung nur im Einzelfall und nur indirekt zu tun. Die Abfallverbrennungsabgabe dient anders als eine Müllverbrennungsanlagegebühr nach § 164 AO bzw. § 12 KAG⁹⁷ nicht der Gebührenerhebung für die kommunalen MVAs.

„Verleihungsgebühr“ bzw. „Ressourcennutzungsgebühr“

Fraglich ist, ob die Abfallverbrennungsabgabe in Form einer „Ressourcennutzungsgebühr“ (Murswiek 1996, 419) bzw. einer „Verleihungsgebühr“ (Heimlich 1997, 996 ff.) erhoben werden könnte.

⁹⁴ BVerfG, Beschluss v. 06.02.1979, 2 BvL 5/76, BVerfGE 50, 217 (226) m.w.N.

⁹⁵ BVerfG, Beschluss v. 26.05.1976, 2 BvR 995/75, BVerfGE 42, 223 (228).

⁹⁶ Vgl. BVerfG, Beschluss v. 07.11.1995, 2 BvR 413/88, 2 BvR 1300/93, BVerfGE 93, 319 (345 f.); BVerfGE 110, 370 = NVwZ 2004, 1477 m.w. Nachw.; Sackofsky 2000, 53; so auch Hendler 2009, 5.

⁹⁷ Vgl. VG Düsseldorf, Urteil vom 12.11.2013 - 16 K 611/13, BeckRS 2013, 58772.

Die Zulässigkeit dieser gesetzlich nicht geregelten Gebührentypen ist umstritten. Die „Verleihungsgebühren“, die auch als „Konzessionsabgaben“ bezeichnet werden, sind dadurch charakterisiert, dass sie

„für die hoheitliche Gewährung eines wirtschaftlich nutzbaren Rechts erhoben werden, wobei die Rechtsgewährung durch die Erteilung einer Genehmigung, Erlaubnis, Bewilligung, Gestattung oder sonstigen Zulassung erfolgen kann“ (Hendler 2009, 10).

Sie dienen mithin der Entgeltung der Verschaffung eines subjektiv-öffentlichen Rechts (Kirchhof 1987, 554 ff.). Unabhängig vom Streit um die Zulässigkeit dieser Kategorie (Sackofsky 2000, 121) passt die Konstruktion bei der Verbrennung von Kunststoffabfällen aber schon deshalb nicht, weil es sich bei Kunststoffmaterial (anders als etwa beim Wasser⁹⁸) nicht um ein *Gut der Allgemeinheit*“, das der „Bewirtschaftung“ unterliegt, handelt.

Kompetenzgrundlagen und Grundrechte

Im Rahmen der Einführung der Abfallverbrennungsabgabe sind (finanz-)verfassungsrechtliche Anforderungen sowie Grundrechte zu berücksichtigen.

Die Gesetzgebungskompetenz für nicht-steuerliche Abgaben richtet sich nach den Sachkompetenzen der Art. 70 ff. GG, insbesondere den Vorschriften über die konkurrierende Gesetzgebung, den Art. 72, 74 GG. Die Kompetenz des Bundes für die Erhebung einer Kunststoffverbrennungsabgabe könnte dem Art. 72 i.V.m. Art. 74 Abs. 1 Nr. 11 GG entnommen werden. Nach Art. 74 Abs. 1 Nr. 11 GG unterfällt das Recht der Wirtschaft, d.h. auch die Materie der Kreislaufwirtschaft, der konkurrierenden Gesetzgebung. Im vorliegenden Fall soll die Verbrennung von Kunststoffabfällen Anknüpfungspunkt sein. Dies wird von der Materie des Kreislaufwirtschaftsrechts erfasst. Der Bund hat demnach die konkurrierende Gesetzgebungskompetenz für die Einführung einer Kunststoffverbrennungsabgabe nach Art. 72 i.V.m. Art. 74 Abs. 1 Nr. 11 GG. Fraglich ist, ob der Bund eine Sonderabgabe einführen könnte. Eine Sonderabgabe mit Finanzierungsfunktion käme in Betracht, wenn nach der Ausgestaltung ein Aufkommen für die Finanzierung der Kreislaufwirtschaft erzielt werden soll. Für die sog. Finanzierungs-sonderabgabe hat das BVerfG⁹⁹ restriktive finanzverfassungsrechtliche Voraussetzungen aufgestellt, wann eine solche Abgabe zulässig ist. Als nichtsteuerliche Abgabe wäre sie „grundsätzlich begrenzt durch das Erfordernis eines besonderen sachlichen Rechtfertigungsgrundes, der einerseits eine deutliche Unterscheidung gegenüber den Steuern ermöglicht und andererseits auch im Hinblick auf die zusätzliche Belastung neben den Steuern geeignet ist, der Belastungsgleichheit der Abgabepflichtigen Rechnung zu tragen.“¹⁰⁰ Zum einen ist eine homogene Gruppe mit Finanzierungsverantwortung, zum anderen eine gruppennützige Verwendung erforderlich. An beidem scheitert es hier. Weder sind alle Kunststoffverbrenner eine homogene Gruppe, noch könnte man das Abgabenaufkommen gerade nur ihnen zugutekommen lassen. Eine Finanzierungs-sonderabgabe scheidet demnach realistisch betrachtet aus.

Fraglich ist, ob die Müllverbrennungsabgabe auch als Lenkungs-sonderabgabe zulässig wäre, die ebenfalls auf die Sachgesetzgebungskompetenz gestützt werden könnte. Das würde aber voraussetzen, dass gerade kein Aufkommen – auch nicht als Nebenzweck – erzielt werden soll. Das müsste

⁹⁸ Vgl. BVerfG, Beschluss v. 07.11.1995, 2 BvR 413/88, 2 BvR 1300/93, BVerfGE 93, 319 ff. = DVBl 1996, 357 ff. („Wasserpfeffennig“).

⁹⁹ BVerfGE 82, 159 = NVwZ 1991, 53.

¹⁰⁰ St. Rspr., vgl. nur etwa BVerfG, Beschluss vom 12. Mai 2009 - 2 BvR 743/01 - BVerfGE 123; BVerwG, Urteil vom 10.10.2012 - 7 C 9.10, NVwZ 2013, 587, Rn. 18.

durch den Gesetzgeber ohne Umgehung der Kriterien für die Finanzierungsabgabe festgelegt werden.¹⁰¹

Das BVerfG hat für die Lenkungsabgabe nicht die gerade genannten strengen Voraussetzungen wie bei einer Finanzierungsabgabe gesehen. Insbesondere müssen die besondere Sachnähe und Gruppenverantwortlichkeit hier zwar nicht auf die staatliche Aufgabe, mindestens aber auf die Handlung zu beziehen sein.¹⁰² Das kann bejaht werden, wenn es Ziel der Abgabe ist, ein Verhalten einzuschränken, welches die Allgemeinheit bzw. Dritte belastet.¹⁰³ Das kann bei der für den Ressourcenschutz nachteiligen Verbrennung von Kunststoffabfällen bejaht werden. Diese Begründung wäre sicher leichter zu erfüllen, wenn man eine reine Lenkungsabgabe konstruieren würde (Pigovian taxation (vgl. Dubois 2013, 1778 f.)), die auf das Ausmaß der Emission von Schadstoffen abstellt (Hamm 2001, 12). Bei der Lenkungsabgabe verlangt die Rechtsprechung (Jarass 1999, 50) schließlich, dass das Abgabenaufkommen lenkungszweckbezogenen verwendet wird, hier also für die Kreislaufwirtschaft. Als Zwischenergebnis kann festgehalten werden, dass die Kunststoffverbrennungsabgabe als Lenkungsabgabe finanzverfassungsrechtlich vom Abgabentypus her zulässig wäre.

Gemäß Art. 72 Abs. 2 GG bedarf es einer Erforderlichkeitsprüfung. Die Erforderlichkeit einer Bundesregelung lässt sich mit der Wahrung der Rechts- und Wirtschaftseinheit im gesamtstaatlichen Interesse begründen, weil eine Abgabenregelung auf der Bundesebene Verzerrungen vermeiden würde, die durch Abgaben einzelner Länder entstehen würden. In diesem Zusammenhang ist auf die in der Vergangenheit geführte Diskussion um Abfallabgaben auf Länderebene hinzuweisen. So hatten 1991 die Bundesländer Baden-Württemberg, Hessen, Niedersachsen und Schleswig-Holstein in ihren Landesabfallgesetzen Abfallabgaben auf die Erzeugung überwachungsbedürftiger Abfälle verankert. Das Bundesverfassungsgericht¹⁰⁴ hatte diese 1997 für verfassungswidrig erklärt (Konrad 1999). Zur Begründung verwies das Gericht auf den Widerspruch zum bundesrechtlichen Kooperationsprinzip des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, welches die Konkretisierung der abfallrechtlichen Pflichten der Anlagenbetreiber leistet. Die Entscheidung steht jedoch nicht einer bundesrechtlichen Abgabenregelung für die Abfallverbrennung entgegen (Jobs 1998), wenn der Normwiderspruch zwischen Bundes-Immissionsschutzgesetz und dem die Abgabe einführenden Bundesgesetz aufgelöst wird.

Die Abfallverbrennungsabgabe müsste grundrechtskonform ausgestaltet werden. Insbesondere die Art. 2 Abs. 1, 3 Abs. 1, 12 Abs. 1, 14 Abs. 1 GG sind zu beachten.

Der allgemeine Gleichheitssatz des Art. 3 Abs. 1 GG schreibt die gleichmäßige Verteilung der Abgabelast nach der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit vor, um die Belastungsgleichheit der Abgabepflichtigen zu gewährleisten. Im Rahmen der „Wasserpfennig“-Entscheidung stellte das Bundesverfassungsgericht diesbezüglich fest, dass Vorteilsabschöpfungsabgaben den Grundsatz der Belastungsgleichheit dann nicht verletzen, wenn mit ihrer Erhebung lediglich der dem Abgabepflichtigen zugewandte Vorteil (teilweise) abgeschöpft wird.¹⁰⁵ Dies gelte jedoch *„vorbehaltlich ihrer gleichheitskonformen Ausgestaltung im einzelnen“*.¹⁰⁶ In diesem Sinne verbietet der Gleichheitssatz, we-

¹⁰¹ BVerfGE 57, 139 = NJW 1981, 2107 Rn. 110 („Schwerbehindertenabgabe“).

¹⁰² BVerwGE 74, 308 = NVwZ 1986, 832.

¹⁰³ BVerwGE 74, 308 (312) = NVwZ 1986, 832; Breuer, DVBl 1992, 494.

¹⁰⁴ BVerfG, Urteil vom 07.05.1998 – 2 BvR 1876/91, 2 BvR 1083/92, 2 BvR 2188/92, 2 BvR 2200/92, 2 BvR 2624/94, NJW 1998, 2346.

¹⁰⁵ BVerfG, Beschluss v. 07.11.1995, 2 BvR 413/88, 2 BvR 1300/93, zit. nach juris, Rn. 168.

¹⁰⁶ Ebenda.

sentlich Gleiches ungleich, und gebietet, wesentlich Ungleiches entsprechend seiner Eigenart ungleich zu behandeln.¹⁰⁷ Eine „*vom Gesetz vorgenommene unterschiedliche Behandlung muss sich auf einen vernünftigen oder sonst wie einleuchtenden Grund zurückführen lassen*“.¹⁰⁸ Im Übrigen sind Abweichungen von den Grundsätzen des Gleichheitssatzes im Rahmen der verfassungsrechtlichen Rechtfertigung nach den Grundsätzen der Verhältnismäßigkeit möglich. Für die hier vorgeschlagene Kunststoffverbrennungsabgabe bedeutet das, dass die einzelnen Abgabensätze und gegebenenfalls Befreiungstatbestände nicht willkürlich, sondern anhand sachlich begründbarer Kriterien festgelegt werden müssen.

Abgaben können ferner Eingriffe in Art. 12 Abs. 1 GG bewirken, wenn sie eine objektiv-berufsregelnde Tendenz aufweisen, d.h. berufliche Tätigkeiten oder Entscheidungen existenziell beeinflussen¹⁰⁹. Dies gilt insbesondere für verhaltenslenkende Abgaben, da diese auf der Nachfrageseite ansetzen bzw. Verhaltensänderungen bedingen sollen. Der geforderte enge Zusammenhang zwischen der Lenkung und der Ausübung eines Berufes¹¹⁰ ist hier bei den Abfallproduzenten, insbesondere den kunststoffabfallproduzierenden Betrieben, gegeben. Abgaben sind dann verfassungsrechtlich gerechtfertigt, wenn sie im Rahmen der vom Bundesverfassungsgericht entwickelten Vier-Stufen-Theorie¹¹¹ verhältnismäßig sind. Die Abfallverbrennungsabgabe dient dem Schutz von abstrakten Gemeinwohlsgütern, hier dem Schutz der Umwelt, und der Umweltressourcen und ist daher verhältnismäßig.

Die Erhebung der Abgabe könnte einen Eingriff in den Schutzbereich der wirtschaftlichen Betätigungsfreiheit gemäß Art. 14 GG bedingen. Die Abgabenbelastung ist am Schutzbereich der Eigentumsgarantie zu messen.¹¹² So ist zu beachten, dass die Abgabe keine erdrosselnde Wirkung entfalten darf, d.h. nicht einem Verbot gleichkommt, indem sie eine übermäßige Belastung hervorruft und dadurch Eigentumspositionen beeinträchtigt.¹¹³ Das ist angesichts der hier vorgeschlagenen Ausgestaltung nicht zu unterstellen. Vor diesem Hintergrund ist jedoch anzumerken, dass es sich bei der gesetzlichen Ausformung der Kunststoffverbrennungsabgabe als abstrakt-genereller Regelung um eine Inhalts- und Schrankenbestimmung i.S.d. Art. 14 Abs. 1 S. 2 handeln würde. Maßgeblich für die Verfassungsmäßigkeit wird daher die verfassungsrechtliche Rechtfertigung, insbesondere die Wahrung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit, sein.¹¹⁴

Demnach liegt in der Abgabenerhebung keine Verletzung des Grundrechts der Eigentumsfreiheit gemäß Art. 14 Abs. 1 GG.

Sind die speziellen Freiheitsgrundrechte (Art. 12 GG und Art. 14 GG) nicht tangiert, so könnte auch ein Eingriff in die allgemeine Handlungsfreiheit des Art. 2 Abs. 1 GG in Betracht kommen. Geschützt

¹⁰⁷ BVerfG, Beschluss v. 07.11.1995, 2 BvR 413/88, 2 BvR 1300/93, zit. nach juris, Rn. 174.

¹⁰⁸ Ebenda.

¹⁰⁹ Etwa BVerfG, Entscheidung v. 22.05.1963, 1 BvR 78/56, BVerfGE 16, 147 (162); Beschluss v. 05.03.1974, 1 BvL 27/72, BVerfGE 37, 1 (17); Urteil v. 17.02.1998, 1 BvF 1/91, BVerfGE 97, 228; Urteil v. 07.05.1998, 2 BvR 1991/95, 2 BvR 2004/95, BVerfGE 98, 106 (117); Beschluss v. 18.11.2003, 1 BvR 302/96, BVerfGE 109, 64 (85).

¹¹⁰ BVerfG, Urteil v. 07.05.1998, 2 BvR 1991/95, 2 BvR 2004/95, BVerfGE 98, 106 (117) („Kommunale Verpackungssteuer“); Urteil v. 06.07.2005, 2 BvR 2335/95, 2 BvR 2391/95, BVerfGE 113, 128 („Solidarfonds“).

¹¹¹ BVerfG, Beschluss v. 25.03.1992, 1 BvR 298/86, BVerfGE 86, 28 („Bedürfnisprüfung“).

¹¹² BVerfG, Beschluss v. 18.01.2006, 2 BvR 2194/99, BVerfGE 115, 97 („Halbteilungsgrundsatz“, vgl. auch BVerfG, Beschluss v. 22.06.1995, 2 BvL 37/91, BVerfGE 93, 121 („Vermögenssteuer“).

¹¹³ So etwa BVerfG, Beschluss v. 17.07.2003, 2 BvL 1/99, 2 BvL 4/99, 2 BvL 6/99, 2 BvL 16/99, 2 BvL 18/99 u. a., NVwZ 2003, 1241 (1247).

¹¹⁴ BVerfG, Beschluss v. 15.07.1979, 2 BvR 878/74, BVerfGE 52, 138 („Pflichtexemplare“); Beschluss v. 02.03.1999, 1 BvL 7/91, BVerfGE 100, 226 („Denkmalschutz“); Beschluss v. 09.01.1991, 1 BvR 929/89, BVerfGE 83, 211 („Bergrechte“); Beschluss v. 15.07.1981, 1 BvL 77/78, BVerfGE 58, 300 („Naßauskiesung“).

ist u.a. die wirtschaftliche Betätigungsfreiheit¹¹⁵, die durch die Abgabe tangiert ist. Der Eingriff ist im Rahmen der Schrankentrias des Art. 2 Abs. 1 GG, insbesondere der verfassungsmäßigen Ordnung, zu rechtfertigen¹¹⁶ und letztlich am Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu messen. Die oben gemachten Ausführungen zum Vorliegen der Verhältnismäßigkeit gelten hier entsprechend.

Zusammenfassend kann demnach festgestellt werden, dass der Wahrung der Verhältnismäßigkeit im Rahmen der verfassungsrechtlichen Rechtfertigung der Abfallverbrennungsabgabe eine entscheidende Rolle zukommt. Die Verbrennungsabgabe müsste daher einen legitimen Zweck verfolgen, geeignet, erforderlich und angemessen sein.

Die Abfallverbrennungsabgabe würde den umweltpolitisch motivierten Lenkungszweck der Schonung der knappen Sekundärrohstoffressourcen und somit einen legitimen Zweck verfolgen. Der Zweck der Einnahmengenerierung würde dahinter zurücktreten. Die Geeignetheit ist anzunehmen, wenn die Abgabe einen Beitrag zur Zielerreichung leistet, mithin den Zweck fördert. Sie ist lediglich dann zu verneinen, wenn die Abgabe objektiv untauglich bzw. ungeeignet wäre.¹¹⁷ Ausreichend ist demnach, dass die Erzielung von Einnahmen sowie der Lenkungszweck gefördert werden. Das Merkmal der Erforderlichkeit setzt voraus, dass es kein milderes Mittel gibt, das zumindest gleich geeignet ist.¹¹⁸ In diesem Rahmen müssten andere Instrumente daraufhin untersucht werden, ob sie weniger belastungsintensive Optionen bei gleicher Geeignetheit darstellen. Schließlich müsste die Einführung der Verbrennungsabgabe auch angemessen sein. Zur Bestimmung der Angemessenheit erfolgt eine Abwägung zwischen der Schwere des Eingriffs und dem Gewicht der rechtfertigenden Gründe des Gemeinwohls.¹¹⁹ Von besonderer Bedeutung können hierbei insbesondere die Höhe der Abgabe sowie die Wertung des Art. 20a GG hinsichtlich des ökologisch motivierten Lenkungszwecks sein.

Zusammengefasst werden kann, dass der EU-Mitgliedsstaat Deutschland eine Abfallverbrennungssteuer mit Finanzierungszweck und dem bloßen Nebenzweck der Lenkung einführen könnte. Alternativ zur Steuergesetzgebung könnte der Bund auch eine sachgesetzlich begründete Lenkung(sonder)abgabe auf die Kunststoffverbrennung einführen, bei der die Lenkung aber der alleinige Zweck sein müsste.

Möglichkeiten einer Grenzausgleichsregelung zur Vermeidung der zu erwartenden Ausgleichsbewegungen in den Export

Zu prüfen ist zusätzlich, wie der Gesetzgeber mit der zu erwartenden Ausweichbewegung eines zunehmenden Exportes von Kunststoffabfällen umgehen könnte.

In Betracht kommt zunächst die Erhebung eines Exportzolls auf Kunststoffabfall, der Deutschland in Richtung Ausland verlässt. Wie der EuGH¹²⁰ aber schon in seiner Entscheidung zur italienischen

¹¹⁵ BVerfG, Beschluss v. 19.10.1993, 1 BvR 567/89, 1 BvR 1044/89, BVerfGE 89, 214 („Bankbürgschaft“).

¹¹⁶ BVerfG, Urteil v. 16.01.1957, 1 BvR 253/56, BVerfGE 6, 32 („Elfes“); Urteil v. 07.06.2005, 1 BvR 1508/96, BVerfGE 113, 88 („Elternunterhalt“).

¹¹⁷ Etwa BVerfG, Entscheidung v. 09.03.1971, 2 BvR 326/69, 2 BvR 341/69, 2 BvR 342/69, 2 BvR 343/69, 2 BvR 344/69 u. a., BVerfGE 30, 250 (263); Beschluss v. 17.01.1978, 1 BvL 13/76, BVerfGE 47, 109 (117).

¹¹⁸ Etwa BVerfG, Entscheidung v. 16.03.1971, 1 BvR 52/66, 1 BvR 665/66, 1 BvR 667/66, 1 BvR 754/66, BVerfGE 30, 292 (316).

¹¹⁹ Etwa BVerfG, Entscheidung v. 16.03.1971, 1 BvR 52/66, 1 BvR 665/66, 1 BvR 667/66, 1 BvR 754/66, BVerfGE 30, 292 (316 f.); Beschluss v. 17.10.1990, 1 BvR 283/85, BVerfGE 83, 1 (19).

¹²⁰ Urteil vom 09.09.2004 - C-72/03 | EGV Art. 23 | EGV Art. 90.

„Marmorsteuer“ deutlich gemacht hat, hat eine solche Ausfuhrsteuer regelmäßig eine zollgleiche Wirkung und verstößt damit gegen die Verträge (ex-Art. 90 EGV).

Ferner hatte sich das Bundesverfassungsgericht 1995¹²¹ mit einer Abgabe für die Abfallausfuhr zu beschäftigen. In der Entscheidung zum Solidarfonds Abfallrückführung verneinte das Gericht das Vorliegen der Voraussetzungen einer Finanzierungsabgabe. Anknüpfungspunkt war der Export bestimmter Abfälle:

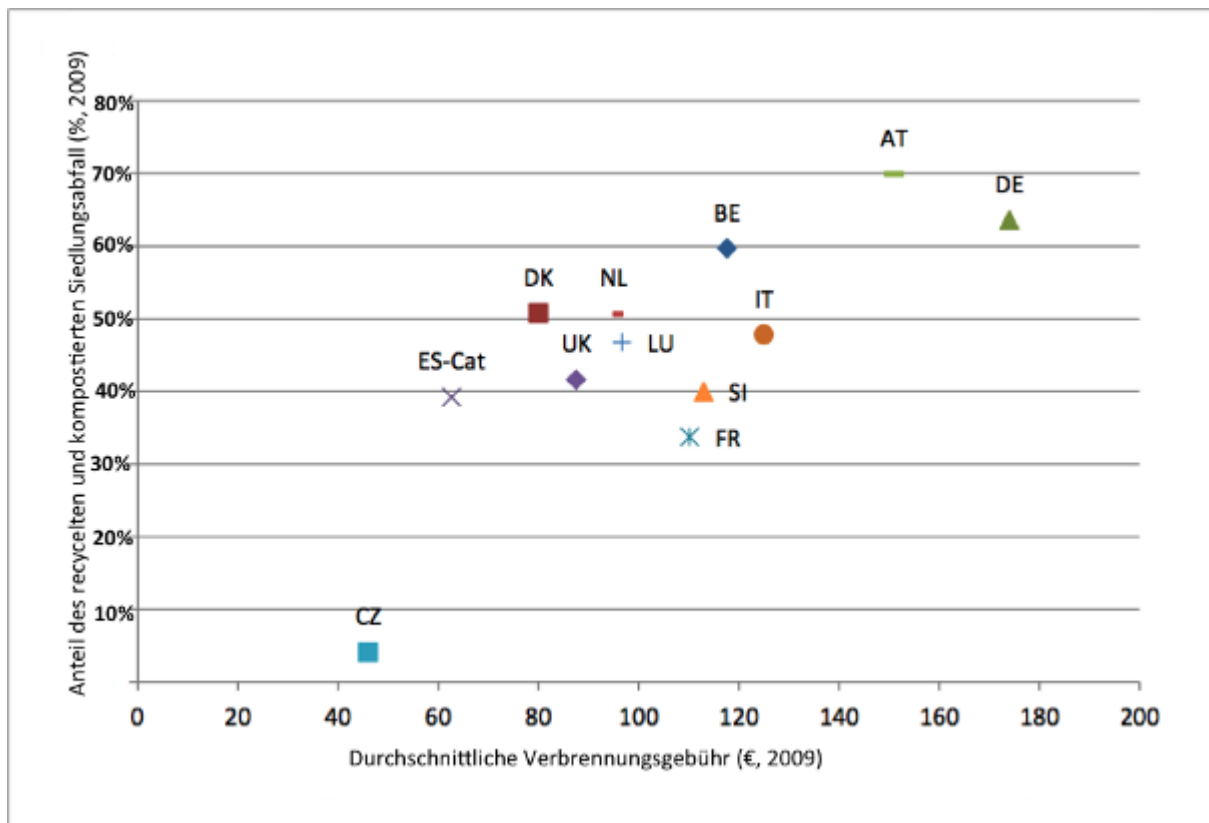
„Die Abgabepflicht gem. § 8 Absatz I 6 AbfVerbrG (im Folgenden: Abfallausfuhrabgabe) knüpft tatbestandlich unmittelbar an bestimmte wirtschaftliche Tätigkeiten der „notifizierenden Personen“ (insbesondere Produzenten, Händler, Besitzer - im Folgenden vereinfacht: Abfall exportierende Unternehmen) an. Sie ist eingefügt in den Zusammenhang eines abfallwirtschaftlichen Regulierungskonzepts und nimmt die Abgabepflichtigen gerade wegen ihrer Beteiligung an einem spezifischen abfallwirtschaftlichen (Export-)Markt in Anspruch. Eine solche Abgabenregelung greift in die Berufsfreiheit der Abgabepflichtigen ein und ist nur durch Gesetz oder auf Grund eines Gesetzes zulässig, das auch im Übrigen mit der Verfassung in Einklang steht.“

10.3.2.5 Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung

Allgemein betrachtet ergibt sich im europäischen Vergleich ein klarer Zusammenhang zwischen den durchschnittlichen Gebühren für Abfallverbrennung einerseits und dem Anteil des recycelten (und kompostierten) Siedlungsabfalls andererseits: Höhere Verbrennungsgebühren sind üblicherweise mit höheren Recyclingraten assoziiert (vgl. die folgende Abbildung) – auch wenn die Verbrennungsgebühren deutlich größeren Schwankungen unterworfen sind als die Recyclingquoten.

¹²¹ BVerfG, Urteil vom 6. 7. 2005 - 2 BvR 2335/95 u. 2391/95, NVwZ 2005, 1171 „Verfassungswidrige Abfallausfuhrabgaben“ m. Besprechung von Koch, NVwZ 2005, 1153.

Abbildung 79: Durchschnittliche Verbrennungsgebühren und Anteil des recycelten/kompostierten Siedlungsabfall



Quelle: Darstellung nach Watkins 2012

Mit Blick auf Kunststoffabfälle birgt eine ausreichend hohe Abgabe/ Steuer durchaus signifikante Potenziale, insbesondere mit Blick auf die ca. 3,4 Mio. t jährlich anfallenden gemischten Gewerbeabfälle und den darin enthaltenen ca. 800.000 t Kunststoffabfälle, die bisher ohne weitere Sortierung in die energetische Verwertung gehen und somit nicht als Ausgangsmaterial für die Gewinnung von Sekundärkunststoffen zur Verfügung stehen. Fraglich ist jedoch, wie hoch eine solche Abgabe/ Steuer angesetzt werden müsste, um tatsächlich relevante Mengen einer Sortierung zuzuführen: Aktuell zeigt sich ein deutliches Delta zwischen den Kosten für die Verbrennung und dem benötigten Preisniveau, das die Aufbereitung zu Sekundärkunststoffen rentabel erscheinen lassen würde und in Experteninterviews mit 90-100 Euro angegeben wurde. Zudem ist zu beachten, dass selbst wenn diese Mengen in die Sortierung gelangen würde, auch dort Mengenverluste auftreten würden.

10.3.2.6 Abschließende Bewertung

Die Gesamtbetrachtung des Instruments ergibt ein uneinheitliches Bild:

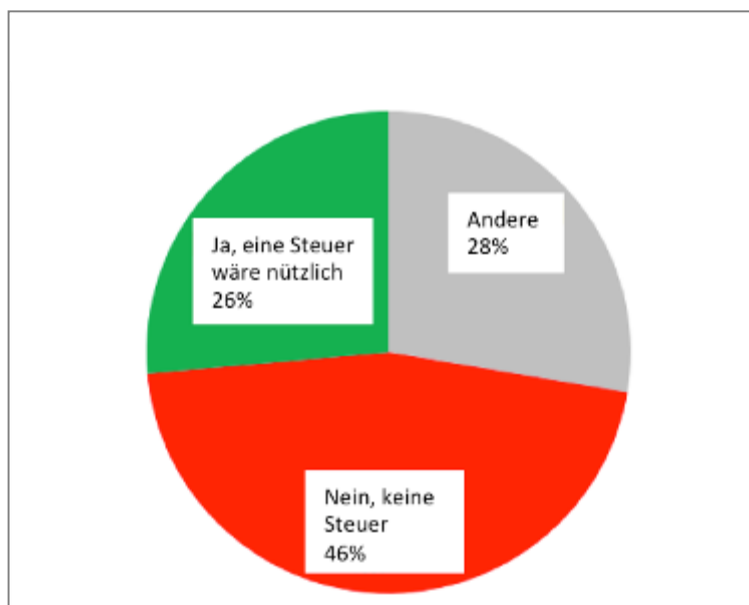
- ▶ Einerseits adressiert eine Steuer/ Abgabe auf die energetische Verwertung eines der zentralen Hemmnisse für den Einsatz von Sekundärkunststoffen, scheint inhaltlich gerechtfertigt und ein hohes Mengenpotenzial insbesondere für gemischte Gewerbeabfälle aufzuweisen.
- ▶ Andererseits ist die konkrete Umsetzung mit einer Reihe von Problemen behaftet, die die Verhältnismäßigkeit eines solch massiven Eingriffs in den Markt in Frage stellen würden. Insbesondere

die exakte Definition der Bemessungsgrundlage ist angesichts der aktuellen Datenverfügbarkeit zu Kunststoffanteilen im Input von Anlagen zur energetischen Verwertung extrem schwierig. Mit den gemischten Gewerbeabfällen stünde ein definierter Abfallstrom zu Verfügung, damit würden aber gleichzeitig massive Anreize und Möglichkeiten zur Umgehung der Steuer eröffnet. Der hier beschriebene Vorschlag, sämtliche Abfälle allein mit Ausnahme der kommunalen Abfälle zur Entsorgung der Steuer zu unterziehen, erscheint mit Blick auf die Kunststoffabfälle begründbar, würde in der Praxis aber zu erheblichen Diskussionen z.B. im Bereich EBS führen und vermutlich weitere Ausnahmen erfordern. Gleichzeitig ergäben sich bei einem ausreichend hohen Satz klare Anreize zur Steigerung des Exports von Gewerbeabfällen, womit eher zusätzliche Umweltbelastungen durch den Transport, aber keine Effekte auf die Verwendung von Sekundärkunststoffen zu erwarten wären.

Auch im aktuellen politischen Kontext scheint die Einführung einer zusätzlichen Abgabe auf die energetische Verwertung von Gewerbeabfällen schwierig in Anbetracht der Diskussionen um die Ausweitung der Pflicht zur Teilnahme am Emissionshandel, die bereits zu einer wirtschaftlichen Belastung der Anlagenbetreiber führen könnte. Auch die ohnehin angespannte wirtschaftliche Situation vieler Müllverbrennungsanlagenbetreiber würde zusätzlich erschwert, wobei insbesondere kommunale Anlageneigentümer darauf hinweisen, in der Vergangenheit massive Investitionen in die Entsorgungssicherheit in Deutschland geleistet zu haben.

Vor diesem Hintergrund erscheint es nicht überraschend, dass sich im Rahmen der Konsultationen zum Grünbuch Kunststoffabfälle eine deutliche Mehrheit gegen die Einführung einer solchen Steuer zur Stärkung des Recyclings von Kunststoffabfällen ausgesprochen haben (vgl. nachfolgende Abbildung). Interessanterweise ist diese Einschätzung nicht nur auf nachvollziehbare Einwände von Interessensgruppen zurückzuführen. Betrachtet man nur die Aussagen der nationalen und regionalen Umweltministerien, die sich zu einer möglichen Abfallverbrennungssteuer geäußert haben, so liegt die Ablehnung mit 50 % sogar noch höher (vgl. ebd., S. 38).

Abbildung 80: Konsultationen zum Grünbuch Kunststoffabfälle - Antworten für/wider eine Verbrennungssteuer



Quelle: eigene Darstellung, verändert nach BioIS Green Book Analysis

Vor diesem Hintergrund wird zwar ein signifikanter Mengeneffekt erwartet, die Umsetzbarkeit wird aber als schwierig eingeschätzt.

Tabelle 38: Abschließende Bewertung Instrument 2

	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
Verbrennungsabgabe	++ - +++ (abhängig von Höhe der Abgabe)	+

Quelle: eigene Darstellung

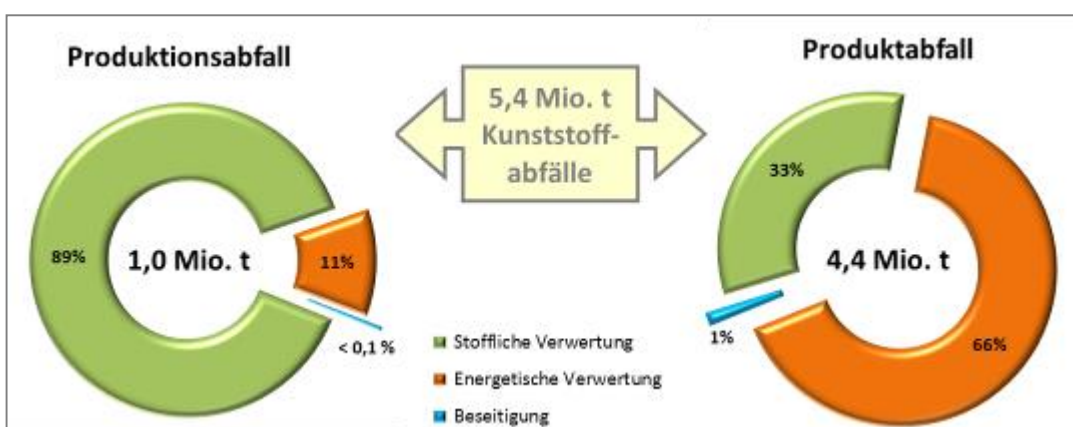
10.3.3 Instrument 3: Mindestrezyklatquoten für Kunststoffe

10.3.3.1 Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte

Ein weiterer Ansatz wäre die Vorgabe konkreter Mindestrezyklatquoten, die bei der Herstellung bestimmter Produkte erfüllt werden müssen. Mit der Vorgabe von Mindestrezyklatanteilen für kunststoffhaltige Produkte würde die Nachfrage nach hochwertigen Sekundärkunststoffen deutlich gestärkt und damit Anreize gesetzt, einen deutlich größeren Anteil der Kunststoffabfälle separat zu erfassen (im Sinne einer hochwertigen stofflichen Verwertung) und anstatt einer energetischen Verwertung einem Recycling zukommen zulassen. Durch die Verpflichtung der Hersteller, einen bestimmten Rezyklatanteil nachzuweisen, würden zudem auch Rahmenbedingungen für eine Einigung auf hochwertige Qualitätsstandards zwischen Recyclern und Abnehmern geschaffen. Damit würde sich der Markt insgesamt von einem Push-Modell, bei dem die Verwerter einfach Mengen am Markt anbieten und auf entsprechende Nachfrage hoffen, zu einem Pull-Modell entwickeln, bei dem mit Blick auf die konkreten Qualitätsanforderungen der abnehmenden Industrie produziert würde (vgl. BioIS 2013).

Mindestrezyklatquoten überlassen es dem Hersteller, aus welchen Abfallströmen die notwendigen Kunststoffabfallmengen stammen, die er zur Erfüllung der Quote einsetzt. Eine reine Fokussierung auf die Produktionsabfälle scheint im Kunststoffbereich jedoch unwahrscheinlich, da diese ohnehin bereits zu großen Anteilen stofflich verwertet werden. Eine entsprechend hoch angesetzte Mindestrezyklatquote würde daher Anreize setzen, entlang der gesamten Recyclingkette auf die Voraussetzungen für eine hochwertige Verwertung zu achten, wenn tatsächlich zusätzliche Mengen zur Erreichung der Mindestrezyklatquoten benötigt werden.

Abbildung 81: Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffabfällen in Deutschland 2011



Quelle: Consultic 2012

Je nach Höhe einer solchen Mindestzyklatquote ergäbe sich zudem eine deutliche Erhöhung der Planungssicherheit auf der Verwerterseite. Durch die direkte Kopplung der Nachfrage an die auf den Markt gebrachten Kunststoffzyklat-Mengen würden die Verwerter deutlich unabhängiger von den aktuell zu beobachtenden Preisschwankungen. Die Mindestzyklatquote würde dagegen eine absehbare Mindestabsatzmenge garantieren, auf deren Basis notwendige Investitionen in eine hochwertige Aufbereitungsinfrastruktur getätigt werden könnten.

10.3.3.2 Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen

Erfahrungen mit Mindestzyklatquoten bestehen insbesondere im Bereich Verpackungen, in dem bereits in den 1980er Jahren die Notwendigkeit gesehen wurde, den Recyclingbereich zu stärken. So wurden z.B. in den USA als Reaktion auf öffentlichkeitswirksame Abfallskandale in Kalifornien, Oregon und Wisconsin entsprechende Regelungen zum Zyklatanteil verabschiedet, jeweils mit sehr unterschiedlichen Ergebnissen (NAPCOR 2011): In Oregon greift das Gesetz erst, wenn insgesamt eine Recyclingquote von 25 % unterschritten wird. Da dieser Wert seit Jahren durch verpflichtende Pfandregelungen deutlich überschritten wird, ist diese Regelung tatsächlich nie in Kraft getreten. In Wisconsin wurde im Gesetz auch die Anrechnung von Kunststoffabfällen aus der Produktion erlaubt, wodurch nach allgemeiner Einschätzung jeglicher Einfluss auf das tatsächliche Management von Kunststoffabfällen unterlaufen wurde. Die mit Abstand strikteste Regelung in Kalifornien wurde wegen seiner bürokratischen Ausgestaltung und den damit verbundenen Verwaltungskosten und Monitoringproblemen heftig kritisiert, hat seit der Verabschiedung aber zu einer deutlichen Stabilisierung insbesondere des Markts für HDPE-Produktabfälle geführt (NAPCOR 2011). 2012 wurde die Rigid Plastic Packaging Container (RPPC) Verordnung grundsätzlich überarbeitet: Die Hersteller oder Inverkehrbringer von Kunststoffverpackungen versichern schriftlich, den Mindestanteil an Rezyklaten einzuhalten, was über ein Stichprobensystem überprüft wird. Der Geltungsbereich wurde deutlich über Getränkeverpackungen ausgeweitet, gleichzeitig können die Hersteller ihre Verpflichtungen auch über Designänderungen (-10% Materialinput oder Mindestnutzung von fünf Mal), 45 % Recyclingquote oder 25 % Sekundäranteil erfüllen (Californians Against Waste 2012). Ähnliche Regelungen werden z.B. auch in Polen unter dem Dach der Europäischen Verpackungsrichtlinie geplant (European Commission 2009) und im polnischen Abfallvermeidungsprogramm als geplante Abfallvermeidungsmaßnahme aufgeführt (EEA 2014).

Im Rahmen des Forschungsprojekts „Materialeffizienz und Ressourcenschonung“ wurde das Instrument von Mindestzyklatanteilen im Bereich IKT-Produkte insbesondere für kritische Metalle untersucht. Dabei wurde zum einen herausgestellt, dass u.a. mit der Ökodesign-Richtlinie die rechtlichen Grundlagen für ein solches Instrument gegeben sein sollten und bei Rohstoffen wie Gold oder Palladium das Recycling mit relevanten Umwelteinsparpotenzialen und ohne jegliche Qualitätseinbußen verbunden ist. Gleichzeitig wurden jedoch auch verschiedene Probleme für die Umsetzung des Instruments herausgestellt: „Vor allem der Zugang von Herstellern zu Sekundärmaterial, die Einbeziehung von außereuropäischen Recyclern in das Zertifikatesystem, die Rückverfolgbarkeit von Materialflüssen (z.B. durch einen Herkunftsnachweis) und die Vermeidung von Betrug entlang der Zertifikateteile (z.B. durch Scheinrecycling) wurden im konkreten Beispiel als Herausforderungen identifiziert“ (Werland 2010). Vor diesem Hintergrund sollten auch Erfahrungen aus Prozessen gezogen werden, bei denen im Ausland die Einführungen solcher Quoten gescheitert sind: So wurde z.B. in Australien auf die unsicheren ökologischen Effekte bei einer produktspezifischen Quote und mögliche hohe Kosten verwiesen, wenn so massiv und ohne klaren Fokus in den Gestaltungsprozess der Kunststoffindustrie eingegriffen wird (Packaging Council of Australia o.J.).

10.3.3.3 Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung

Vor diesem Hintergrund kommt der konkreten Ausgestaltung des Instruments besondere Bedeutung zu, wobei grundsätzlich verschiedene Optionen zu berücksichtigen wären:

- ▶ Denkbar wären beispielsweise kunststoffsartenspezifische Mindestrezyklatquoten, wodurch eine solche Quote in der Lage wäre, die jeweils spezifischen ökonomischen und ökologischen Aspekte der einzelnen Kunststoffsarten zu berücksichtigen. Gleichzeitig wären damit jedoch auch massive Monitoringprobleme verbunden, wenn die Quote für spezifische Kunststoffsarten nachgewiesen werden müsste. Für die Industrie beständen massive Anreize, die Quote durch Substitution zwischen Kunststoffsarten zu umgehen.
- ▶ Alternativ könnte die Mindestrezyklatquote auch für konkrete Produkte definiert werden, für die bezogen auf ihren gesamten Kunststoffanteil ein minimaler Anteil an recycelten Inhaltsstoffen nachgewiesen werden müsste. Dadurch würde der beschriebene Anreiz zur Substitution zwischen Kunststoffsarten vermieden, gleichzeitig ergäben sich erhebliche Probleme in der Markt-abgrenzung für einzelne Produkte. Angesichts der unüberschaubaren Vielfalt an kunststoffhaltigen Produkten und dort zu verzeichnenden Innovationsdynamiken wäre ein solcher Ansatz entweder sehr selektiv oder mit deutlichem Umsetzungs- und Verwaltungsaufwand verbunden.

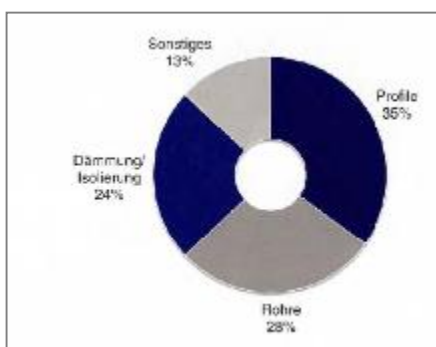
Als problematisch erweist sich bei Quoten immer die Festlegung ihrer konkreten Höhe: Einerseits muss die Quote ausreichend hoch gesetzt werden, um tatsächliche Effekte auf Produktdesign und das Management von Kunststoffabfällen auszulösen, gleichzeitig muss sie technisch und ohne Auswirkungen auf die letztendliche Qualität der Produkte erfüllbar sein. Vor diesem Hintergrund wäre in Anlehnung an den japanischen Top-Runner-Ansatz eine Orientierung am jeweils höchsten Rezyklatanteil im Markt vorstellbar, der nach einer zu definierenden Zeitspanne als Mindestanteil festgelegt wird (vgl. entsprechende Überlegungen zu einem Ressourcen-Toprunner in MaRess (Werland 2010)). Damit wäre die technische Umsetzbarkeit der Quote nachgewiesen, gleichzeitig bestände aber die Gefahr einer strategischen Marktverdrängungsstrategie, da im Gegensatz zur Energieeffizienz bei Rezyklatanteilen bereits heute Produkte mit 100 %-Anteilen am Markt verfügbar sind.

Mit Blick auf die Mengenpotenziale aus Kapitel 8 und die identifizierten Hemmnisse in Kapitel 9 sollen daher als Instrument zur Steigerung des Sekundärkunststoffeinsatz Mindestrezyklatquoten für die Einsatzbereiche Bau und Elektronikprodukte untersucht werden.

Bau

Der Baubereich bietet gute Voraussetzungen für die Einführung einer Sekundärkunststoffquote, weil viele der Produkte im nicht-sichtbaren Bereich eingesetzt werden und damit die in Kapitel 9 diskutierten Probleme der Farbtreue von Sekundärkunststoffen nur eine untergeordnete Rolle spielen. Mit Blick auf die eingesetzten Kunststoffsarten dominiert im Baubereich PVC mit etwa 40 %. Wesentliche Einsatzfelder sind hierbei Kunststoffprofile und -rohre. Darüber hinaus spielen PUR und PS-E, die vornehmlich zur Dämmung eingesetzt werden, im Rahmen von gebäudespezifischen Energiesparmaßnahmen eine immer wichtigere Rolle (Consultic 2012).

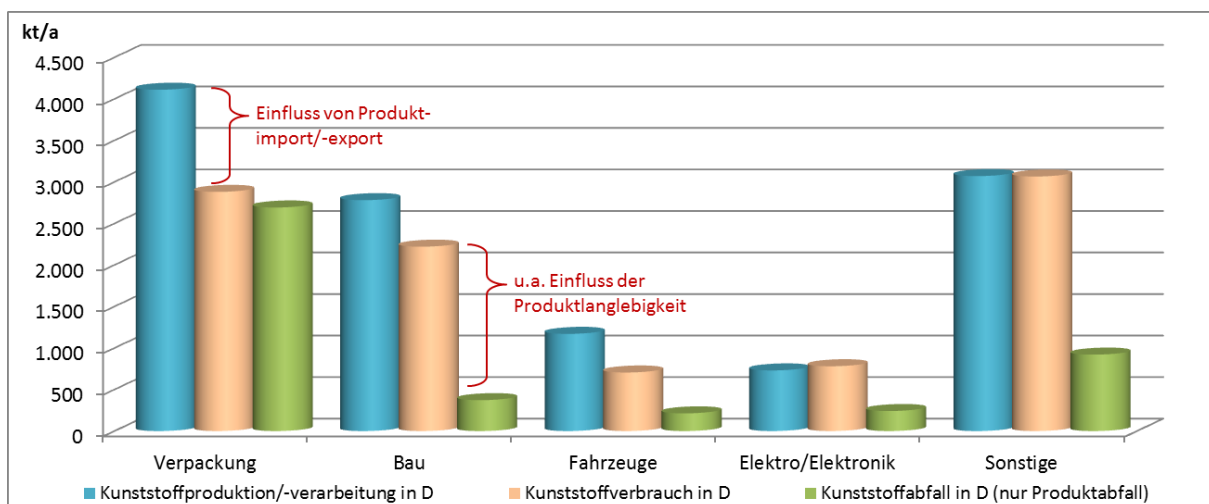
Abbildung 82: Kunststoffanwendungen im Bereich Bau, Deutschland 2011



Quelle: Consultic 2012

Seit dem Jahr 2002 wurden verschiedene Rücknahmesysteme u.a. für PVC-Fenster, -Türen und –Rollläden, aber auch Dachbahnen, Bodenbeläge und Rohre initiiert. Für das Jahr 2011 betrug die potenziell verfügbare reine PVC-Menge aus alten Kunststofffenstern /-rollläden rund 35.400 t; davon wurden rund 24.780 t erfasst und zu rund 19.000 t PVC-Regranulat aufbereitet (Rewindo 2012). Trotzdem weist der Baubereich mit 25,8 % bisher einen unterdurchschnittlichen Anteil werkstofflicher Verwertung bei Kunststoffabfällen auf. Der Bausektor kann insofern als Bereich mit Handlungsbedarf identifiziert werden, weil die dort eingesetzten Bauteile prinzipiell sehr lange Nutzungsdauern aufweisen, die jetzt aber zunehmend an das Ende ihres Lebenszyklus gelangen und damit auch für die Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen zur Herausforderung werden. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht, dass 2011 im Bausektor noch ein deutlicher Unterschied zwischen den eingesetzten Mengen und dem Kunststoffabfall bestand, diese Lücke wird sich jedoch zunehmend schließen.

Abbildung 83: Einflussfaktoren auf das Kunststoffabfallaufkommen in ausgewählten Sektoren in Deutschland 2011



Quelle: Consultic 2012

Als konkretes Instrument bietet sich damit eine Mindestzyklatquote von 30 % für alle im Baubereich eingesetzten, kunststoffhaltigen Produkte an. Diese Quote von 30 % wird u.a. auch in der Studie von BioIS als realistisches Ziel mit Blick auf PVC genannt (BIO IS 2013). Die Umsetzung sollte durch eine freiwillige Selbstverpflichtung erfolgen, die zwischen Bauindustrie, dem Gesamtverband der Kunststoffverarbeitenden Industrie, den bestehenden Rücknahmesystemen, anderen interessierten Stakeholdern wie AGPU sowie BMUB/ UBA entwickelt würde. Angesichts der Bedeutung von PVC im Baubereich sollte dabei auch auf Erfahrungen mit der europäischen Selbstverpflichtung Vinyl Plus aufgebaut werden (VinylPlus 2011).

Die Vereinbarung müsste in Anlehnung an das Beispiel Kalifornien ein regelmäßiges, stichprobenartiges Monitoringsystem vorsehen, bei dem einzelne Hersteller für ihre Produkte den Mindestzyklanteil nachweisen müssen. Die Entwicklung eines entsprechenden Zertifizierungssystems sollte dabei in Kooperation der verschiedenen, an der Vereinbarung beteiligten Akteure erfolgen. Erfahrungsgemäß ist der Erfolg solcher Selbstvereinbarungen abhängig von klar nachweisbaren Umsetzungskontrollen und einem vereinbarten Sanktionssystem. Das Instrument sollte durch eine verstärkte öffentliche Beteiligung an Forschungs- und Entwicklungsprojekten für die für den Baubereich optimierte Herstellung von Sekundärkunststoffen als Anreiz für die beteiligten Verbände flankiert werden. Bei einem anhaltenden und flächendeckenden Verfehlen der Mindestzyklatquote sollte auch

ein Prozess für die Entwicklung einer ordnungsrechtlich verpflichtenden Marktzutrittsbeschränkung z.B. auf Grundlage der Öko-Designrichtlinie beschrieben werden.

Elektronikprodukte

Aufbauend auf den Erfahrungen im Bausektor sollte im nächsten Schritt eine Ausweitung auf den Bereich der Elektronikprodukte geprüft werden. Im Elektro/Elektronikbereich kommen aufgrund der heterogenen Anwendungen und Einsatzbereiche im Vergleich zum Bausektor deutlich mehr verschiedene Kunststoffsorten zum Einsatz (u.a. PS, PP, PVC, ABS, ASA, SAN, PA, sonstige Kunststoffe (u. a. Duroplaste)) (Consultic 2012). Gleichzeitig weist der Bereich eine deutlich höhere Innovationsdynamik und Spezialisierung auf, so dass insgesamt höhere Anforderungen an ein Nachweissystem zu vermuten sind.

Nach übereinstimmenden Aussagen der Elektronikindustrie liegt der Sekundärkunststoffanteil in der Produktion aus unterschiedlichen Gründen bisher bei nahezu Null. Gleichzeitig beweisen jedoch verschiedene Pilotinitiativen wie z.B. des Herstellers Lenovo, dass technisch auch Rezyklatanteile von bis zu 100 % realisiert werden können (Lenovo o.J.). In diesem Bereich könnte eine Selbstverpflichtung der Hersteller in Kooperation mit Kunststoffverwertern daher noch erhebliche Mengenpotenziale für den Einsatz von Sekundärkunststoffen generieren.

10.3.3.4 Rechtliche Vorgaben

Im Kapitel 9 wurde als Defizit herausgearbeitet, dass seitens der Bundesregierung von der schon nach § 23 Abs. 4 KrWG bestehenden Möglichkeit, den Grundsatz der Produktverantwortung in § 23 Abs. 2 Nr. 2 KrWG zu konkretisieren, keinen Gebrauch gemacht hat. Ferner ist keine Ermächtigung für Rezyklatquoten in den §§ 24-26 KrWG eröffnet. Bereits jetzt könnte in Konkretisierung des Grundsatzes der Produktverantwortung (BMU 2010, 187) der vorrangige Einsatz von verwertbaren Abfällen oder sekundären Rohstoffen bei der Herstellung von Erzeugnissen verordnet werden. Die rechtliche Verpflichtung zum vermehrten Einsatz von Kunststoffrezyklaten würde, auch das wurde oben bereits festgehalten, den Bedarf an solchen Stoffen bei der Güterproduktion steigern (Pull-Effekt der Nachfragesteigerung).

Mit Blick auf die EU-Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG stellt sich allerdings die Frage, ob ein Handeln der Bundesregierung im Sinne eines nationalen Alleingangs opportun wäre. Wenn die Ökodesign-Richtlinie nach Realisierung der ja in Art. 21 bereits eröffneten Option sämtliche Produkte (außer Verkehrsmittel) erfasst, muss der Spielraum des nationalen Gesetzgebers z.B. für Top-Runner-basierte Produktanforderungen als äußerst gering veranschlagt werden (Sanden/Schome-rus/Schulze 2012, 339). Allenfalls kann es darum gehen, den Unionsnormgeber durch nationale Produktregelungen auf bestimmte Maßnahmen hin zu lenken. Die EU würde dann veranlasst, Harmonisierungsmaßnahmen nach Art. 114 AEUV (ex-Art. 95 EGV) zu treffen. Für Ökodesignanforderungen auf europäischer Ebene auf der Grundlage von Art. 15 der EU-Ökodesign-RL kann sich die deutsche Bundesregierung einsetzen, aber sie ist hierbei natürlich nur ein Akteur unter vielen; das Vorschlagsrecht hat die EU-Kommission.

Ob die Bundesregierung eine so definierte Vorreiterrolle mit der Festlegung ökologischer Produktanforderungen spielen möchte, ist damit keine rechtliche, sondern vielmehr eine politische Frage. Hinzuweisen ist jedenfalls auf die restriktive Haltung, die Molenbroek/Smith/Groenenberg et al. (2014) in der neuen, unter Federführung von ECOFYS erstellten Evaluierungsstudie zur Ökodesignrichtlinie eingenommen haben. Dort wird empfohlen, eine solche Ausweitung des nationalen Produktrechts in Richtung von nationalen Primary Energy Factors (PEFs) derzeit nicht vorzunehmen. Das Argument, dass Vorschläge für nationale PEF-Werte „im Widerspruch zu den Richtlinien entlassen werden und

auch unpraktisch sind aus einer Reihe von Gründen (d.h. Konflikt mit dem Binnenmarkt, dem grenzüberschreitenden Charakter der Energiemärkte und Kosten für die Erhaltung nationalen Labels)" gelten entsprechend auch für die Ökodesignanforderungen.

10.3.3.5 Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung

Die Einführung von Mindestzyklalquoten erlaubt eine direkte Steuerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen und damit der stofflichen Verwertung. Die Wirkung des Instruments bestimmt sich durch dessen konkrete Ausgestaltung hinsichtlich Produkt- bzw. Kunststoffsortenfokus als auch Quotenhöhe. Im Folgenden werden die zu erwartenden Wirkungen für Mindestzyklalquoten im Bau- und Elektronikbereich unter der Annahme einer freiwilligen Selbstverpflichtung auf 30 % Kunststoff-Mindestzyklalquote abgeschätzt.

Im Baubereich wurden im Jahr 2011 rund 2.000 kt Kunststoffe verbraucht. Für den bisherigen Rezyklatkunststoffeinsatz existieren zwar keine statistischen Erhebungen, die in Kapitel 4.3.3 vorgenommene qualitative Einschätzung der Einsatzbereiche der erzeugten Kunststoffzyklalte hat jedoch gezeigt, dass bereits Sekundärkunststoffe im Baubereich eingesetzt werden. Insgesamt wird der Einsatz von Regranulaten aus Sekundärkunststoffen derzeit mit 10 % angenommen. Dies entspricht bei einem Primärkunststoffeinsatz von 2000 kt etwa 200 kt im Jahr. Mit der Einführung einer Mindestzyklalquote von 30 % auf Basis einer freiwilligen Selbstverpflichtung könnten demzufolge 666 kt des Kunststoffverbrauchs pro Jahr mit dem Einsatz von Regranulaten abgedeckt werden. Mit Blick auf den insgesamt anfallenden Kunststoffabfall, der im Jahr 2011 ca. 2,75 Mio. t der in dieser Studie untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten betrug, wäre damit eine 24 prozentige qualitativ hochwertige stoffliche Verwertung der Abfälle gesichert.

Der Sekundärkunststoffeinsatz in der Elektronikindustrie spielt bisher nur sehr vereinzelt eine Rolle und wird mit 1 % angenommen. Bei einem Kunststoffverbrauch von rund 780 kt im Elektronikbereich in 2011 könnten davon bei einer möglichen Mindestzyklalquote von 30 % insgesamt 230 kt durch Regranulat ersetzt werden. Das entspricht einer garantierten hochwertigen stofflichen Verwertung von 5 % bezogen auf die untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten zur Entsorgung in Deutschland im Jahr 2011.

Insgesamt würden mit der Einführung einer Mindestzyklalquote im Bau- und Elektronikbereich Rahmenbedingungen gesetzt, dass knapp 30 % der 2,75 Mio. t (2011) Kunststoffabfälle (untersuchungsrelevante Kunststoffsorten) qualitativ hochwertig recycelt werden würden. Dabei ist davon auszugehen, dass diese Quote aus Qualitätsgründen nicht vollständig mit den bisher stofflich verwerteten Mengen erfüllt werden kann, sondern einerseits ein Wandel der Recyclingindustrie hin zur Produktion qualitativ hochwertigeren Sekundärkunststoffen induziert wird und andererseits mit der gewünschten Steigerung der bisherigen stofflichen Verwertungsquote zu rechnen ist.

10.3.3.6 Abschließende Bewertung

Insgesamt kann die am Input ansetzende Mindestzyklalquote für Kunststoffe im Vergleich zu den traditionellen Recyclingquoten als sehr effektives Instrument zur Schließung von Kunststoffkreisläufen angesehen werden. Das Instrument adressiert eine Reihe der identifizierten Hemmnisse und könnte insbesondere durch die Gewährleistung eines Marktvolumens einen Beitrag zu einer grundlegenden Transformation eines auf die Qualitätsansprüche der Industrie ausgerichteten Kunststoffrecyclings beitragen.

Gleichzeitig zeigen sich jedoch die sehr anspruchsvollen Voraussetzungen eines solchen Instruments, so dass hier vorgeschlagen wird, die Umsetzung zunächst auf Basis einer freiwilligen Selbstverpflichtung zu vollziehen. Insbesondere der Nachweis von Sekundärkunststoffanteilen in bestimm-

ten Produkten ist aktuell ohne die Kooperationsbereitschaft der beteiligten Akteure kaum rechtssicher zu gestalten, so dass eine versuchsweise Einführung im Bausektor auch dazu dienen würde, zusätzliche Informationen über Stoffströme und Verwertungswege zu gewinnen.

Absolut eindeutig ist auch, dass die beabsichtigten Veränderungen im Produktionsprozess nicht sinnvollerweise auf Basis nationaler Regelungen erfolgen sollten, sondern hierzu mindestens ein EU-weiter Ansatz notwendig wäre (wie er z.B. mit Vinyl Plus bereits initiiert wurde).

Da durch das Instrument insbesondere die verlässliche Nachfrage nach hochwertigen Sekundärkunststoffen gefördert und damit zusätzliche Investitionen in entsprechende Infrastrukturen gefördert werden sollen, wäre eine zeitliche Begrenzung des Instruments zu überlegen. Die zugrunde liegende Überlegung wäre, dass Sekundärkunststoffe nach einer ersten Phase mit kapitalintensiven Investitionen deutlich an Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Primärkunststoffen gewonnen haben sollten und damit ein weiterer Eingriff in den Markt überflüssig sein könnte. Eine entsprechende Selbstvereinbarung sollte daher eine entsprechende Evaluation beispielsweise nach fünf Jahren vorsehen.

Tabelle 39: Abschließende Bewertung Instrument 3

	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
Mindestrezyklatquote im Baubereich	+++	++
Mindestrezyklatquote im Elektronikbereich	++	+

Quelle: eigene Darstellung

10.3.4 Instrument 4: Pfandsysteme für kunststoffhaltige Produkte

10.3.4.1 Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte

Mit dem Instrument der Pfandpflicht wird grundsätzlich das Ziel verfolgt, Güter nach dem Gebrauch in ein kontrolliertes System für die Wiederverwendung oder stoffliche Verwertung zurückzuführen. Dabei wird auf das Gut beim Verkauf ein Pfand erhoben (zusätzlich zum Kaufpreis), der bei Rückgabe des Gutes wieder ausbezahlt wird. Hierbei entsteht ein wirtschaftlicher Anreiz für den Erwerber, das Gut zurückzugeben.

Pfandsysteme auf ausgewählte kunststoffhaltige Produkte können zum einen eine Erhöhung der Erfassungsquote und zum anderen eine sortenreine Erfassung gegenüber einer gemeinsamen Erfassung sämtlicher kunststoffhaltiger Produkte mit unterschiedlichen Kunststoffsorten bewirken. Dadurch kann das Angebot ökonomisch stofflich verwertbarer Fraktionen je nach Höhe des Pfands signifikant erhöht werden und damit Anreizwirkungen für das Recycling von Sekundärkunststoffen gesetzt werden.

In Kapitel 9 wurde die unzureichende Getrennthaltung von Kunststoffabfällen als zentrales Hemmnis für den Sekundärrohstoffeinsatz identifiziert. Eine gemeinsame Erfassung von Kunststoffabfällen mit anderen Abfällen hat drastische Einflüsse auf die Qualität der Kunststoffabfälle und kann diese für eine werkstoffliche Verwertung unbrauchbar machen. Neben unbefriedigenden Ergebnissen erhöht eine nachgeschaltete Trennung der Abfälle den logistischen, energetischen und technischen Aufwand der gesamten Prozesskette gegenüber einer getrennten Erfassung bei der Abfallentstehung. Grundsätzlich verstärken sich die negativen Effekte je inhomogener die Abfälle erfasst werden.

Durch die Vermischung verschiedener Abfallfraktionen werden diese ökonomisch rentabler einer energetischen Verwertung zugeführt.

Das Instrument knüpft einerseits an die Notwendigkeit der Getrennthaltung verschiedener Kunststoffsorten an, die bisher durch die klassischen Sammelsysteme nicht realisiert ist. Dabei adressiert das Pfandsystem nicht nur die Verlagerung eines Abfallstroms aus dem bisher regulären Erfassungsweg (z.B. PET Flaschen aus der Erfassung in der Gelben Tonne/dem Gelben Sack), sondern auch - aufgrund der finanziellen Anreizwirkung auf Seiten des Konsumenten - eine Erfassung der Mengen, die bisher nicht oder falsch erfasst werden (z.B. PET Flaschen aus Restmülltonne).

Andererseits sind durch die außerordentlich geringen Erfassungsraten von Elektro- und Elektronikgeräten Anknüpfungspunkte gegeben, die eine Pfandpflicht für ausgewählte Elektro- und Elektronikgeräten rechtfertigt. Nach Ansicht des SRU könnten Pfandsysteme, insbesondere für Mobiltelefone und Computer, aufgrund ihrer ausgeprägten Nutzung (100 Haushalte besitzen 57,8 Laptops und 160,9 Mobiltelefone), ein effektives Instrument für eine qualitativ hochwertige Erfassung der Geräte darstellen (SRU 2012).

Auch im Rahmen der Konsultationen zum Grünbuch Kunststoffabfälle erachtet die Mehrheit der befragten Akteure ein Pfandsystem als sinnvoll. Die dort aufgeführten Einschätzungen zeigen aber auch, dass generelle Aussagen zu der Wirksamkeit einer Pfandpflicht nicht möglich sind und spezifisch untersucht werden müssen: „Any proposals in this area should be mindful of the differing situation across the member states and also they must be considered by specific product sector / application“ (BIO Intelligence Service 2013).

10.3.4.2 Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen

In Deutschland existiert bereits eine Pfandpflicht auf Getränkeverpackungen und Fahrzeugbatterien. Im Verpackungsbereich wurde dabei bezweckt, das Einwegsysteem gegenüber dem Mehrwegsysteem durch einen höheren Pfandbetrag für Verbraucher unattraktiver zu machen. Die Erhebung der Pfandbeträge auf Fahrzeugbatterien erfolgt im Sinne einer Verhinderung der umweltgefährdenden Entsorgung dieses Produktes durch den Verbraucher. Nicht Gegenstand einer Pfandpflichtlösung und daher auch nicht der Überlegungen dieses Forschungsprojektes sind demgegenüber freiwillige Miteigentums-Poollösungen etwa im Bereich der Mineralbrunnen, die rein zivilrechtlich organisiert sind.¹²²

Auch in den USA wurde in 11 US-amerikanischen Staaten die Pfanderhebung auf Bleibatterien gesetzlich verankert; die Höhe des Pfands beträgt in der Regel etwa 5-10 US-\$ pro Batterie (Weinberg et al. 1996). Die Menge des recycelten Bleis aus Batterien hat seit 1988 die 90 %-Marke überschritten. Der Abfall der Recyclingrate in 1992 und 1993 in Zusammenhang mit niedrigen Preisen für primäres und sekundäres Blei, zeigt den - wenn auch geringen - Einfluss der Bleipreise auf die Recyclingrate.

Seit 1985 wird ebenfalls in den USA im Bundesstaat Maine eine Pfandpflicht auf Pestizidbehälter erhoben (Europäische Kommission 2001). Die Regelung umfasst alle Pestizide mit beschränkt zugelassener Anwendung, welche in Glas-, Metall- oder Kunststoffbehältern verkauft werden (hauptsächlich für den Einsatz in der konventionellen Wald- und Landwirtschaft). Die Pfandbeträge betragen je nach Größe des Behälters zwischen 5 und 10 US-\$. Die Landwirte sind dazu verpflichtet, die Behälter vor der Rückgabe gründlich auszuspülen, andernfalls werden sie nicht angenommen. Gemäß den Angaben des Maine Board of Pesticides Control wurde mit der Einführung des Pfandsystems ein wichtiger Beitrag zur Reduktion unangemessener Entsorgungen der Container erzielt. Dennoch besteht hier

¹²² Vgl. BFH, Urteil vom 09.01.2013 – I R 33/11 –, BFHE 240, 226.

noch erhebliches Verbesserungspotenzial, da das System nicht auf allgemein genutzte Pestizidbehälter angewandt wird, welche in sehr viel größerer Anzahl vorkommen als solche mit beschränkt zugelassener Anwendung. Ein Grund dafür sind fehlende Ressourcen für die Administration.

Bis zur Einführung der WEEE-Richtlinie in 2005 (allgemeine Rücknahmepflicht) wurde in Österreich und Italien ein Pfand auf bestimmte Elektrogeräte erhoben (Schlacke et al. 2012). Ziel war es, die Vertreiber zur Einrichtung eines flächendeckenden Entsorgungssystems zu bewegen, indem sich der Pfandbeitrag im Falle einer Beteiligung verringerte. In Österreich wurden auf Lampen 10 Schilling und auf Kühlgeräte 1.000 Schilling erhoben. Dabei war der Händler verpflichtet, sowohl das Pfand zu erheben (Kennzeichnung der Geräte mit „Pfand“ oder Ausgabe von Pfandmarken) als auch die Produkte zurückzunehmen und das Pfand auszuzahlen. In Italien betrug der Pfandbetrag 10 % des Verkaufswerts; betroffen waren Kühlgeräte, Waschmaschinen, Fernseher und Computer.

Problematisch bei der Bepfandung langlebiger Produkte ist insbesondere die Festlegung einer angemessenen Pfandhöhe: Nach Abschaffung des Pfandsystems in Österreich wurde nur ein Fünftel der ausstehenden Pfandbeträge (auch ohne Rückgabe der Geräte möglich) abgeholt. Ende 2008 (Abschaffung 2005) wurden immer noch 39 Millionen Euro von der Stiftung verwaltet (Müller 2009). Offensichtlich war der Pfand zu niedrig und ging aufgrund der langen Kapitalbindung aus dem Bewusstsein der Verbraucher verloren.

10.3.4.3 Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung

Die Umsetzung eines Pfandsystems für kunststoffhaltige Produkte bedarf einer sorgfältigen Auswahl der in Frage kommenden Produkte. Aus ökologischer Sicht kann das Instrument dabei seine größte Wirkung erzielen, wenn es Produkte adressiert, die in Aspekten der intendierten Wirkung des Instruments besonders große Schwäche aufweisen. Eine geringe Rücklaufquote, kollektive Sammlung verschiedener Abfallströme oder -fraktionen (Anspruch ergibt sich aus dem nachfolgenden Prozess: Wie muss die Inputfraktion in ein Recyclingsystem beschaffen sein, um höchstmögliche Recyclingquoten zu erzielen?) und das Littering sind hierbei die zentralen Anknüpfungspunkte des Instrumentwirkmechanismus. Je nach Produkt und Ausgestaltung des Instruments kann ein Pfandsystem zusätzlich steuernd bei der Förderung ökologisch vorteilhafter Produkte eingreifen, insofern ökologisch nachteilige Substitutionsprodukte am Markt sind (z.B. praktiziert bei den Getränkeverpackungen).

Im Rahmen dieser Instrumentenanalyse werden zum einen Mobiltelefone als Vertreter für Elektro- und Elektronikgeräte und PET-Getränkeverpackungen¹²³ (auf die bisher kein Pfand erhoben wird) als Vertreter für kunststoffhaltige kurzlebige Güter (Verpackungsbereich) betrachtet. Dazu wird im Folgenden kurz die Notwendigkeit einer Pfandpflicht für diese Bereiche begründet und anschließend anhand der Beispiele die konkrete Ausgestaltung skizziert. Dadurch werden bereits potenzielle Schwierigkeiten, aber auch Synergievorteile, die mit der Einführung einer Pfandpflicht für diese Güter einhergehen, deutlich.

Insbesondere bei kleinen Elektro- und Elektronikaltgeräten stellen die geringen Rücklaufquoten eine erhebliche Einschränkung des Zugriffs auf wichtige Sekundärrohstoffe dar. Neben Kunststoffen enthalten diese Geräte eine Vielzahl an wertvollen Rohstoffen, deren Abbau mit erheblichen Umweltbeeinträchtigungen verbunden ist, gleichzeitig sind für diese Rohstoffe Versorgungsengpässe zu erwarten. Eine Pfandpflicht für kleine Elektro- und Elektronikaltgeräte kann, aufgrund dieser enormen

¹²³ PET und damit auch PET-Flaschen wurden in den vorausgegangen Arbeiten im Rahmen dieses Projekts aufgrund ihrer hohen Recyclingquoten (bezogen auf die separat erfassten Mengen, nicht aber PET-Abfälle, die über die gelbe Tonne erfasst werden) ausgeschlossen. Allerdings stellen PET-Flaschen mit Blick auf die Steigerung der Rücknahmemengen durch eine Erweiterung auf andere Getränkebereiche und damit verbundenen Recyclingpotenzialen im Kontext der Instrumentendiskussion ein interessantes Betrachtungsfeld da.

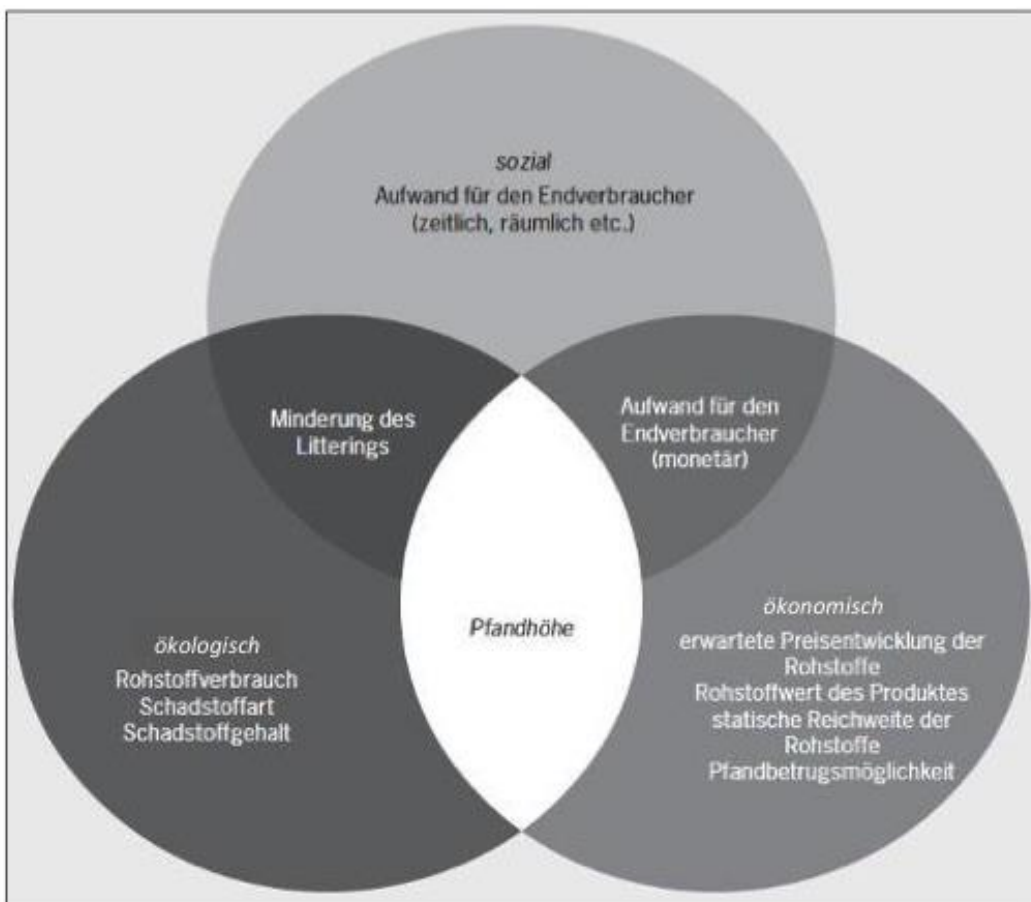
ökologischen und ökonomischen Relevanz, signifikante Effekte durch eine Erhöhung des Angebots an Altprodukten zur Sekundärrohstoffgewinnung oder Wiederverwendung erzielen. (Schlacke et al. 2012).

Vor dem Hintergrund der Erfahrungen in Österreich ist eine Fokussierung jener Elektrogeräte sinnvoll, die eine vergleichsweise kurze Nutzungsdauer haben (Präsenz des Pfands im Bewusstsein der Verbraucher). Beispielsweise könnte man Mobiltelefone fokussieren, für die eine enorm geringe Rücklaufmenge, eine Vielzahl an wertvollen Rohstoffinhalten und eine relativ kurze Nutzungsdauer von durchschnittlich 2 Jahren zu verzeichnen ist. Auch der Sachverständigen Rat für Umweltfragen hat sich für den Handypfand ausgesprochen; aktuell diskutiert auch der Nachhaltigkeitsrat darüber (SRU 2012, Focus 2014).

Die konkrete Ausgestaltung könnte sich an bestehenden Pfandpflichten orientieren. Grundsätzlich muss der Pfandbetrag dabei an den Konsumenten adressiert werden. Fehling 2010 (zitiert in Schlacke et al. 2012) schlägt dabei vor, den Handel zur Erhebung des Pfands zu verpflichten, so dass das Pfand im Zuge des Erwerbsvorgangs gezahlt werden kann. Die Rückgabe sollte bei allen Vertreibern möglich sein, unabhängig davon bei welchem Vertreiber das Gerät erworben wurde (ggf. mit Pfandmarken). Mit Hilfe einer Clearingstelle könnten die Pfandgelder, im Sinne der Einziehung erhobener Pfandgelder und Erstattung ausgezahlter Pfandbeiträge, verwaltet werden.

Außerdem ist eine hinreichende Höhe des Pfands anzusetzen, um die Anreizwirkungen für die Rückgabe zu erzielen. Weiland und Urban 2014 haben drei Schlüsselkriterien identifiziert, die bei der Festlegung der Pfandhöhe zu berücksichtigen sind. Die folgende Abbildung zeigt die Zusammenhänge des Konzepts und verdeutlicht gleichzeitig die Komplexität einer solchen Bestimmung.

Abbildung 84: Kriterien für die Festlegung der Pfandhöhe mit ökonomischen, ökologischen und sozialen Aspekten



Quelle: Weiland und Urban 2014

Es ist davon auszugehen, dass die Erfassungsraten je nach Pfandhöhe ganz unterschiedlich ausfallen. Beispielsweise könnte man sich an dem Beispiel Italien orientieren, hier wurden 10 % des Verkaufswert der betroffenen Geräte erhoben (Schlacke et al. 2012). Die Fraktion Bündnis 90/ Die Grünen schlägt für Handys einen Pfand in Höhe von 10 Euro vor (Recycling Magazin 2012), der Sachverständigen Rat für Umweltfragen von bis zu 100 Euro (SRU 2012). Eine Untersuchung des Bundesverbandes Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM) hat ergeben, dass 86 Millionen ungenutzte Mobiltelefone in den Haushalten lagern (BITKOM 2012). Unter der Annahme, dass mit einer Pfandhöhe von 10 bis 100 Euro 50 bis 90 % dieser Mobiltelefone erfasst werden, könnte eine Spannbreite von 43 bis 77 Millionen Mobiltelefone zusätzlich erfasst werden und für die Wiederverwendung und Verwertung zur Verfügung stehen (in dieser Höhe einmalig; anschließend wird eine derartige Lagerung bestenfalls nicht mehr stattfinden und sich ein kontinuierlicher Rücklauf etablieren).

Bisher ist allerdings noch völlig unklar, welche Pfandhöhe bei Mobiltelefonen seine entsprechende Lenkungswirkung induziert und gleichzeitig der damit verbundene Aufwand (verwaltungstechnisch z.B. Clearingstelle, auf individueller Ebene z.B. Kapitalbindung) in einem angemessenen Verhältnis zum Nutzen steht. Mit einer Finanzierung der Clearingstelle durch die erwirtschafteten Zinsen könnte versucht werden, den Verwaltungsaufwand möglichst kostenneutral zu halten (Schlacke et al. 2012).

Auch die tatsächlichen Effekte einer Pfandpflicht für Mobiltelefone auf deren Recycling-Praxis sind nicht eindeutig abzusehen und bedürfen einer differenzierten Betrachtung. Insgesamt ist zwar bei einer höheren Rücklaufmenge auch ein höheres Maß an stofflicher Verwertung zu erwarten, wie sich allerdings die stofflichen Recyclingquoten einzelner Materialfraktionen entwickeln, ist u.a. aufgrund technischer Innovationen im Bereich der Recyclingverfahren (z.B. für Tantalkondensatoren) sowie damit verbundenen Schwerpunktsetzungen für einzelne Materialien schwierig einzuschätzen.

Kunststoffe aus Elektroaltgeräten werden bisher nicht nennenswert recycelt und größtenteils energetisch verwertet (vgl. Kapitel 8). Auch bei den seltenen Metallen ist das Recycling bisher nur unzureichend. Beispielsweise wird das enthaltene Indium nur vereinzelt in hoch-technisierten Anlagen (z.B. Umicore) aus Elektroaltgeräten im Recyclingprozess zurückgewonnen. Die geringen Rückgewinnungsraten sind hierbei nicht auf die fehlende Technik, sondern vor allem auf ökonomische Gründe zurückzuführen. Die kritische Masse ab der ein Recycling seltener Metalle wirtschaftlich wird, ist aufgrund der hohen Volatilität der Rohstoffmärkte nicht abzusehen. Im §12 ElektroG werden zwar gewisse Quoten entsprechend des durchschnittlichen Gewichts vorgegeben mit dem Ziel, die in den Geräten enthaltenen Rohstoffe als Sekundärrohstoffe wieder dem Wirtschaftskreislauf zur Verfügung zu stellen. Allerdings sind die Verwertungsziele nicht rohstoffspezifisch geregelt, wodurch sich der Anteil der Verwertung von Kunststoffen oder anderen Rohstoffen nicht gezielt steuern lässt (vgl. Kap. 9.4.2.3.2). Aufgrund der komplexen Materialzusammensetzung von Elektro- und Elektronikgeräten und ihres kurzen Innovationszyklus, kann selbst bei einer produktspezifischen Erfassung im Rahmen einer Pfandpflicht nur insgesamt auf eine erhöhte stoffliche Verwertung, nicht aber gleichzeitig auf eine Rückgewinnung aller enthaltenen Rohstoffe geschlossen werden. Grundsätzlich ist aber von einer Verbesserung der Ausgangslage für ein umfassendes Recycling auszugehen, je höher die Rücklaufmengen sind.

Insgesamt besteht hier hinsichtlich der ökonomischen und ökologischen Effekte einer Pfandpflicht für Mobiltelefone noch enormer Forschungsbedarf, weshalb diese im Rahmen dieses Projekts nicht weiter betrachtet wird.

Mit Blick auf kunststoffhaltige kurzlebige Güter wird deutlich, dass sich die Problematik im Verpackungsbereich weniger auf die Rücklaufmenge fokussiert, sondern auf die mangelnde Getrennthaltung verschiedener Kunststoffsorten, die eine hochwertige stoffliche Verwertung in vielen Fällen technisch aufwändig und damit ökonomisch unrentabel macht. Trotz der weitestgehenden Erfassung der Abfälle, bleiben signifikante Potenziale u.a. mangels Getrennthaltung ungenutzt. Bei einer getrennten Erfassung von Kunststoff-Monofraktionen in relevanten Mengen (z.B. analog zur PET-Erfassung eine reine PP- oder PE-Erfassung) können hinreichend große Anreize für die anschließende werkstoffliche Verwertung gesetzt werden. Um die hohen bürokratischen Kosten, die mit einem Pfandsystem einhergehen möglichst gering zu halten, scheint im Verpackungsbereich die Erweiterung des bestehenden Pfand-Systems auf alle Getränkebereiche hinsichtlich einer Kosten-Nutzen-Analyse besonders vorteilhaft.

Im Sinne größtmöglicher Synergien mit dem bestehenden Rücknahmesystem, kämen hier Getränkesegmente wie etwa Fruchtsäfte und -nektare, als auch Gemüsesäfte und -nektare, und Gebindegrößen kleiner als 0,1 Liter sowie größer als 3 Liter hinzu, die bisher nach § 9 VerpackV ausgeschlossen sind. Während für eine Ausweitung des Systems auf andere Getränkesegmente eine vollständige Ausnutzung der Synergievorteile möglich ist, werden diese bei anderen Gebindegrößen mit Blick auf eine Umrüstung oder des Neubaus der Rücknahmeautomaten nicht vollständig wirksam. Die Ausgestaltung des Pfandsystems für die Getränkesegmente könnte 1:1 von der Verwaltung bis zur Festlegung der Pfandhöhe von dem bestehendem Pfandsystem für Getränkeverpackungen in Deutschland adaptiert werden.

10.3.4.4 Rechtliche Vorgaben

Die rechtliche Prüfung eines Pfandsystems macht nur dann Sinn, wenn man gedanklich eine aus der Produktverantwortung des § 23 KrWG abzuleitende Rücknahmeverpflichtung vorschaltet. Ein Pfand setzt gedanklich ein Zurückgeben eines Gegenstandes voraus. Demgegenüber wird in der Literatur das Pfand als Alternative eines Rücknahmesystems gesehen (Konzak 2013a, § 25 KrWG Rn. 8-11), was missverständlich ist. Pfandlösungen sind systematisch betrachtet vielmehr spezielle Ausprägung von Rücknahmesystemen. Eine solche Verpflichtung zur Rücknahme begegnet, wie in Kapitel 10.3.1 bei den sog. Recyclingquoten ausgeführt, keinen rechtlichen Bedenken.

Nach dem deutschen Recht stellen Rücknahme- und Pfandpflichten zulässige Regelungen dar. So hat das OVG Berlin-Brandenburg¹²⁴ schon 2005 für Pflichten nach § 8 VerpackVO 1998 klargestellt, dass sowohl eine hinreichende bundesgesetzliche Ermächtigungsgrundlage besteht (so seinerzeit § 6 Abs 1 und § 24 Abs 1 Nr 2 KrW-/AbfG) und sie auch mit dem Grundrecht der Berufsfreiheit aus GG Art 12 Abs 1 vereinbar sind. Besonders hervorgehoben wurde, dass die genannten Pflichten schützenswerten Erwägungen des Gemeinwohls dienen, u.a. der Abfallvermeidung und der Ressourcenschonung. Auch andere deutsche Gerichte¹²⁵ haben Pfandlösungen rechtlich nicht in Frage gestellt.

Der Europäische Gerichtshof (EuGH) hat für die europäische Ebene keine Bedenken gegen ein Pfanderhebungssystem (vgl. § 11 Abs. 2 AbfallRRiL) erhoben. Im Zusammenhang mit der Rechtfertigung direkter Diskriminierungen anhand ausdrücklich geregelter Rechtfertigungsgründe (Art. 36 AEUV) hat

¹²⁴ Oberverwaltungsgericht Berlin-Brandenburg, Urteil vom 20.10.2005 – OVG 12 B 3.05 –, ZUR 2006, 146-152.

¹²⁵ Hamburgisches Oberverwaltungsgericht, Urteil vom 01.09.2006 – 1 Bf 171/05.P –, NVwZ-RR 2007, 97-101 („Dosenpfand“).

die Rechtsprechung für unterschiedslose Maßnahmen einen Kanon an weiteren Rechtfertigungsgründen entwickelt („zwingende Gründe des Gemeinwohls“¹²⁶). Zu den zwingenden Gründen des Gemeinwohls gehören unter anderem der Umweltschutz (konkret: Wiederverwendung von Verpackungsmaterialien), wie der EuGH¹²⁷ in der Entscheidung zum dänischen Pfandflaschensystem verdeutlicht hat. 2009 hat die EU-Kommission in einer Mitteilung „Getränkeverpackungen, Pfandsysteme und freier Warenverkehr“¹²⁸ Regeln für diesen speziellen Anwendungsfall der Pfandsysteme aufgestellt. Danach sollte ein Pfandsystem flächendeckend und offen für alle konstruiert werden; ferner sollte bei der Pfandpflicht nach objektiven Kriterien differenziert werden.

Fraglich ist, ob man das Pfandsystem für Kunststoffe so gestalten kann, dass aus den erwirtschafteten Zinsen quasi als Vorab der Verwaltungsaufwand abgezogen wird. Gemeint ist, ob der Abfallwirtschaftsverwaltung wie bei einer Verwaltungsgebühr der Aufwand ersetzt werden kann, den die Einführung eines solchen Systems mit sich bringt. Eine solche verdeckte Gebühr kann rechtlich nicht in ein gesetzlich angeordnetes Pfandsystem integriert werden. Eine Gebühr setzt nach § 3 Abs. 1 der Abgabenordnung (AO) einen Gegenleistungsbezug voraus, an dem es hier fehlt. Zumindest ist keine Leistung für den Gebührenschuldner erkennbar, die diesem unmittelbar zugutekommt. Der normale Vollzug des Kreislaufwirtschaftsgesetzes kann diesen Gebührenanspruch nicht auslösen, fehlt es im Lichte des Äquivalenzprinzips doch an einem direkt ausgelösten Vorteil, den der Pfandgläubiger haben könnte. Ggf. muss jedoch nicht der Weg über die staatliche Verwaltung gegangen werden, um den „Verwaltungsaufwand“ auszugleichen. So haben etwa für § 9 VerpackVO Industrie und Handel die DPG Deutsche Pfandsystem GmbH gegründet (29.06.2005). Sie hat das Ziel, eine bundesweit einheitliche Organisation eines Rücknahmesystems für bepfandete Einweggetränkeverpackungen einschließlich des erforderlichen Pfandclearings zu schaffen. Eine solche privatrechtliche Organisation kann einen Teil des Pfandes für administrative Aufgaben verwenden, ohne an das Gebührenrecht gebunden zu sein.

Ferner soll geprüft werden, ob die gesetzlich angeordnete Pfandpflicht für Elektro- und Elektronikprodukte auf dem Gebrauchtmärkte ausschließbar wäre. Die rechtliche Pfandpflicht muss an einem Adressaten ausgerichtet werden. Dem Gesetz- oder Verordnungsgeber steht es frei, die Pflicht an bestimmten Verkehrsvorgängen des Güterverkehrs festzumachen oder gerade nicht. Vielmehr entscheidend ist, dass der Zweck der Pfandregelung erreicht wird. Im Rahmen des gesetzgeberischen Ermessens kann der Gesetzgeber daher Ausnahmenvorschriften vorsehen bzw. den Anwendungsbereich nach seinen Vorstellungen festlegen.

10.3.4.5 Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung

Grundsätzlich gibt es einen klaren Zusammenhang zwischen der Einführung eines Pfandsystems und einer höheren sortenreinen Erfassungsrate der betroffenen Fraktion. Beispielsweise liegt die Rücklaufquote für Einweg-Getränkeverpackungen bei über 90 % (vgl. Kapitel 8). Dabei sind je nach Produkt und Ausgestaltung der Pfandhöhe unterschiedliche Wirkungen des Instruments zu erwarten.

Im Bereich der Kunststoffverpackungen ist bei einer Adaptierung des bestehenden Systems von einer vergleichbaren Erfassungsrate wie bei bestehenden Pfandpflichten auf andere Getränkesegmente auszugehen. Mit der Ausweitung der Pfandpflicht könnten Einwegverpackungen für etwa 2.000 bis 3.000 Mio. Liter Füllgutmenge zusätzlich pfandpflichtig werden, das entspricht etwa 14 bis

¹²⁶ EuGH, Urteil v. 20.02.1979, Slg. 1979, 649, Rn. 8 („Cassis de Dijon“); wobei der EuGH die Unterscheidung selbst nicht konsequent durchhält und in einigen Fällen nicht-unterschiedsloser Maßnahmen die ungeschriebenen Rechtfertigungsgründe geprüft hat, vgl. Schon Schroeder 2003, Rn. 34.

¹²⁷ EuGH, Urteil v. 20.09.1988, Slg. 1988, 4607 Rn. 8 ff. („Dänisches Pfandflaschensystem“).

¹²⁸ EU-Kommission (Hrsg.), Mitteilung der Kommission – Getränkeverpackungen, Pfandsysteme und freier Warenverkehr (2009/C 107/01).

21 % der bereits pfandpflichtigen Einwegverpackungen¹²⁹ (Cantner et al. 2010). Unter Annahme einer Sammelrate von 90 % können demzufolge schätzungsweise 13 bis 19 % an Getränke-Einwegverpackungen zusätzlich gesammelt werden. Bei diesen zusätzlich erfassten Einwegverpackungen ist von einem nahezu vollständigen stofflichen Recycling auszugehen¹³⁰.

Beim Handling der sortenrein erfassten Getränkeverpackungen sind Verluste um die 4 % zu erwarten (Cantner et al. 2010). 2010 wurden 460.000 Tonnen bepfandete Kunststoff-Einweg-Flaschen verwertet (Schüler 2012), so dass näherungsweise eine Steigerung der Verwertungsmengen bei Ausweitung auf alle Getränkesegmente auf 550.000 bis 580.000 Tonnen abgeschätzt werden kann. Im Vergleich dazu wurden vor Einführung der Pfandpflicht nur 56 % der erfassten Flaschen über das Duale System aussortiert (Cantner et al. 2010). Allerdings werden heute, aufgrund der technisch fortgeschrittenen Sortiertechnik wesentlich bessere Quoten von etwa 90 % angenommen (ebd.). Nichtsdestotrotz ist die Qualität der sortenrein erfassten Fraktion einer gemischten Erfassung und anschließender Sortierung weit überlegen.

Nach der optoelektronischen Farbtrennung der Flaschen, werden diese zerkleinert, gewaschen und nach Dichte sortiert (DSD 2014). Aus den farbsortierten PET-Flakes wird anschließend für die weitere Verarbeitung Granulat hergestellt. Die PET-Ausbeute der Flaschenfraktion beträgt 87 %, da Verschluss und Etiketten in der Regel nicht aus PET, sondern HDPE bzw. PP bestehen (Cantner et al. 2010). Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über den Einfluss unterschiedlicher Erfassungswege/Behandlungstechniken auf die Ausbeute von PET-Flakes. Die Angaben beziehen sich auf eine angenommene Bezugsmenge von 100.000 t. In der ersten Spalte ist die Ausbeute bei der PET-Wertstofferrfassung über das Duale System vor Einführung der Pfandpflicht dargestellt, die zweite Spalte zeigt ebenfalls die PET-Wertstofferrfassung über das Duale System allerdings mit dem Stand der Technik von 2010 (jeweils bei einer Erfassungsquote von 80 %) und in der letzten Spalte sind Daten für die sortenreine PET-Erfassung nach Einführung der Pfandpflicht gezeigt (Erfassungsquote von 90 %).

Tabelle 40: Einfluss unterschiedlicher Erfassungswege/Behandlungstechniken auf die Ausbeute von PET-Flakes

		PET-Wertstofferrfassung über das Duale System (Bezugsmenge 100.000t und Erfassungsquote von 80 %)		Sortenreine PET-Erfassung nach Einführung der Pfandpflicht (Bezugsmenge 100.000t und Erfassungsquote von 90 %)
		Vor Einführung der Pfandpflicht	Hypothetisch aktuelle Situation	
PET Flakes	t	39.038	62.405	75.168
	%	39	62	75

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach Cantner et al. 2010

Das Steigerungspotenzial des Recyclings von PET-Flaschen im Getränkebereich mit Blick auf die PET-Flake-Ausbeute ergibt sich demzufolge aus der Differenz der Zahlen für die sortenreine Erfassung und der hypothetischen Situation (insofern die derzeit erfassten pfandfreien PET-Flaschen über das

¹²⁹ Abschätzung auf Basis von Daten aus dem Jahr 2007.

¹³⁰ Die folgenden Annahmen basieren auf Daten für Getränkebereiche, für die bereits heute eine Pfandpflicht existiert.

Duale System aussortiert und anschließend aufbereitet werden) und beträgt damit 13%. Es wird angenommen, dass sich die Mehrwegquote der betroffenen Getränkebereiche nicht erheblich erhöhen wird, da bereits mit der 2003 eingeführten Pfandpflicht derartige Effekte ausblieben (Cantner et al. 2010). Vielmehr geht die Mehrwegquote jährlich zurück.

10.3.4.6 Abschließende Bewertung

Pfandsysteme bieten deutlich verbesserte Möglichkeiten, Materialströme sortenrein zu erfassen. Außerdem wird dadurch eine hohe Rücklaufquote gesichert sowie die stoffliche Verwertung gestützt. Sowohl im Verpackungsbereich als auch bei Mobiltelefonen wäre mit Blick auf die Rücknahmemengen mit signifikanten Mengeneffekten zu rechnen, was das Instrument vor dem Hintergrund des Hemmnisses einer mangelnden sortenreinen Erfassung rechtfertigen würde. Das Ausmaß der Anreizwirkungen für das Recycling von Sekundärkunststoffen und damit verbundene Mengeneffekte sind allerdings nur schwierig einschätzbar.

Insbesondere im Getränkeverpackungsbereich ist aufgrund der Homogenität der Fraktion (PET) mit einem nahezu vollständigen Recycling der erfassten Mengen zu rechnen. Gemäß den Abschätzungen im vorherigen Abschnitt könnten hier jährlich etwa 90.000 bis 120.000 Tonnen Kunststoffe zusätzlich verwertet werden. Zu betonen sind hierbei insbesondere dynamische Effekte auf die Produktgestaltung: In der Vergangenheit haben insbesondere die Lebensmittelketten Kosteneinsparpotenziale erkannt, indem Vorgaben für ein möglichst einheitliche Produktgesign gemacht wurden, die in der Konsequenz entscheidend zur stofflichen Verwertbarkeit der gesammelten Mengen geführt haben. Gleichzeitig hat die Vereinheitlichung von Produktformen zur Kostensenkung in der Logistik geführt und somit weitere Anreize zur stofflichen Verwertung gesetzt.

Insgesamt wurde jedoch deutlich, dass das Ausmaß der Wirkung hinsichtlich der Recyclingaktivitäten stark produktabhängig ist. Insbesondere bei Elektrogeräten kommen aufgrund der Komplexität der Produkte flankierende Problematiken auf, die durch eine Pfandpflicht alleine nicht lösbar sind. Allerdings ergeben sich hier enorme Recycling-Potenziale in Kombination mit anderen Instrumenten wie etwa eine rohstoff- oder materialspezifische Vorgabe von Recyclingquoten.

Die konkrete Umsetzung des Instruments kann sich insbesondere hinsichtlich des bürokratischen und infrastrukturellen Aufwands als problematisch erweisen. Während für die Erweiterung der Pfandpflicht auf Getränkeverpackungen wegen der weitgehenden Nutzung bestehender Infrastruktur (ggf. Umrüstung der Rücknahmeautomaten) nur ein geringer Aufwand angenommen werden kann, müsste für Mobiltelefone erst eine Verwaltungsstruktur aufgebaut werden. Darüber hinaus ist noch völlig unklar, welche Pfandhöhe und die damit verbundene Kapitalbindung angemessen ist und welche ökonomischen und ökologischen Effekte tatsächlich von einer Pfandpflicht für kleine Elektro- und Elektronikgeräte zu erwarten sind.

Tabelle 41: Abschließende Bewertung Instrument 4

	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
Ausweitung der Pfandpflicht auf alle Getränkebereiche	++	++
Pfandpflicht auf kleine Elektro- und Elektronikgeräte am Beispiel Mobiltelefone	+ (nur Kunststoffe), +++ (Mitberücksichtigung aller Materialien)	+

Quelle: eigene Darstellung

10.3.5 Instrument 5: Imagekampagne „Kunststoff einen Wert geben“

10.3.5.1 Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte

Die Analyse relevanter Hemmnisse für den Einsatz von Sekundärkunststoffen hat als einen Faktor die tendenziell negative Einstellung der Konsumenten gegenüber recycelten Kunststoffen ergeben. Dieses Hemmnis zeigt sich beispielsweise deutlich an dem Umstand, dass der Einsatz von Sekundärkunststoffen in verschiedenen Endprodukten von den Herstellern bewusst nicht kommuniziert wird, um beim Käufer keine Zweifel an der Qualität des Produkts aufkommen zu lassen. Diese teilweise irrationalen Befürchtungen der Konsumenten beeinflussen damit auch die Nachfrage nach Sekundärkunststoffen und damit auch deren Preisgestaltung, da auch bei mit Primärkunststoffen vergleichbare Qualität häufig relevante Preisabschläge verzeichnet werden.

Die empirische Relevanz dieses Hemmnis belegt u.a. eine von WRAP durchgeführte Konsumentenbefragung zur Einstellung gegenüber der Verwendung recycelter Kunststoffe in Elektronikprodukten (WRAP 2008b). Insgesamt wurde die Verwendung recycelter Materialien zwar grundsätzlich begrüßt, es stellte sich jedoch heraus, dass die Teilnehmer in den allermeisten Fällen nicht darüber Bescheid wussten, welche Produkte überhaupt recycelte Kunststoffe enthalten. Ein Teil der Befragten gab dabei explizit an, recycelte Kunststoffe mit geringerer Qualität zu verbinden (allerdings gab die Gruppe gleichzeitig zu, wenig Verständnis von Recycling zu haben). Insgesamt wurden Faktoren wie Funktion, Ästhetik, Marke und Preis bisher als deutlich relevanter eingeschätzt als der Rezyklatanteil.

Ansatzpunkt des Instruments ist es daher, die Konsumenten durch eine gezielte Imagekampagne insbesondere für die ökologischen Vorteile des Einsatzes von Sekundärkunststoffen zu sensibilisieren. Auch das Grünbuch der Europäischen Kommission zu Kunststoffabfällen greift diesen Punkt auf und führt aus, dass „informierte Verbraucher eine entscheidende Rolle bei der Förderung nachhaltiger Produktionsmuster für Kunststoff und Kunststofferzeugnisse spielen“ (Europäische Kommission 2013a) können und die gezielte Information damit als Beitrag zu einer besseren Ressourceneffizienz betrachtet werden kann. Als mögliche Inhalte eines solchen informatorischen Instruments zur Änderung des Endverbraucherhaltens werden dabei „klare, einfache und präzise Informationen (...) über den Kunststoffgehalt eines Erzeugnisses und seine potenziell schädlichen Zusatzstoffe/Farbstoffe, deren Einfluss auf die Recyclingfähigkeit und die erforderlichen Schutzvorkehrungen für die Verwendung der Erzeugnisse“ genannt. Zwar bestehen bereits heute Informationssysteme zum Einsatz von Kunststoffen, „eine vollständige Produktinformation für den Verbraucher über die Art des Kunststoffes und seine Recyclingfähigkeit könnte über den Rahmen bestehender Systeme hinausgehen, damit den Verbrauchern beim Kauf eines Erzeugnisses aus Kunststoff ermöglicht wird, eine sachkundige Wahl zu treffen“ (ebd.).

10.3.5.2 Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen

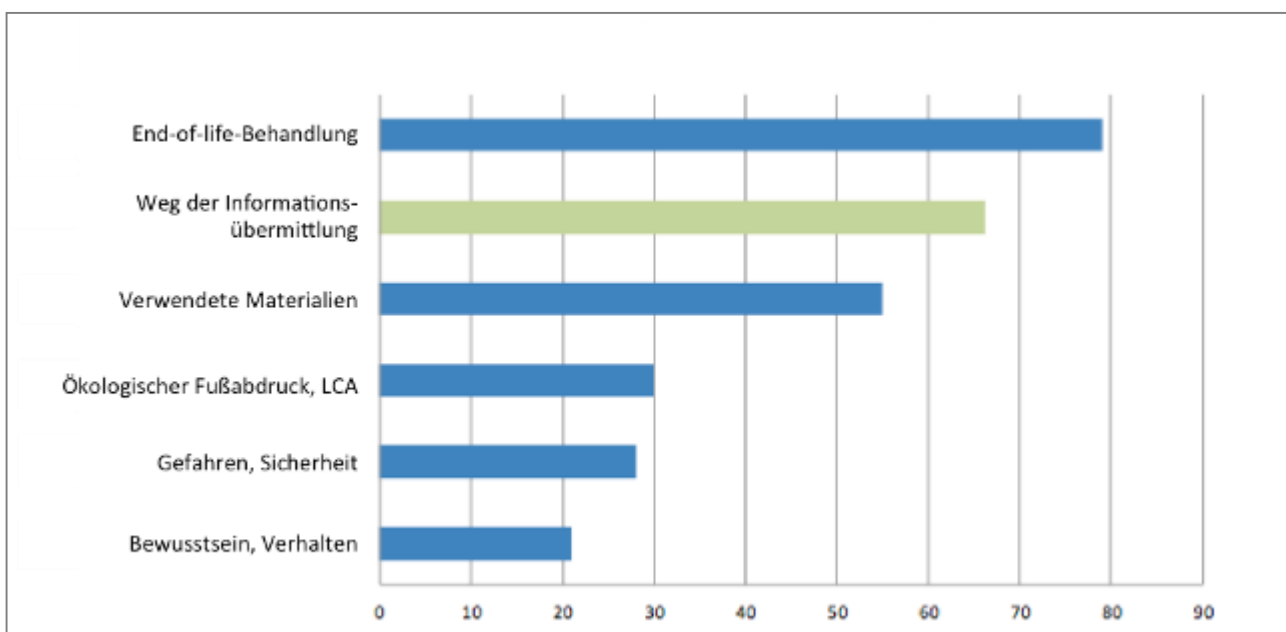
Für die Konzeption und erfolgreiche Durchführung kann in verschiedenen Bereichen auf bestehende Erfahrungen zurückgegriffen werden; aus der Literatur wird insbesondere ersichtlich, dass die zwei wichtigsten Faktoren für Konsumenten bei der Auswahl umweltfreundlicher Produkte die angenommene Wichtigkeit des ökologischen Sachverhalts und des entsprechenden Konsumverhaltens sowie der Komfort der ausgewählten Option sind (Laroche et al. 2001). Ein Konsument kann beispielsweise das Gefühl haben, dass der Kauf recycelter Produkte wichtig für das langfristige Wohl der Gesellschaft ist, es gleichzeitig aber für zu umständlich halten, auf den Erwerb entsprechender Produkte zu achten. In diesem Zusammenhang ist die Entwicklung der Akzeptanz von Recyclingpapier ein Beispiel für die Auswirkungen, die dem Kunden auf einfachem Wege bereitgestellte Informationen bei der Produktauswahl haben können.

Eine Studie der Universität Twente aus dem Jahr 2012 befragte 230 Universitätsstudenten zu ihrer Zahlungsbereitschaft für umweltfreundliche Produkte und kam dabei zu dem Ergebnis, dass die Zahlungsbereitschaft der Befragten zwar steigt, wenn das Papier aus recycelten Quellen stammt; diese Steigerung aber mehr als verdoppelt wird, wenn das recycelte Papier zusätzlich eine Öko-Zertifizierung trägt (Freriks 2012). Auch eine Leserumfrage der Green Press Initiative ergab, dass 80 % der Konsumenten, welche in den letzten sechs Monaten ein Buch oder Magazin gekauft hatten, dazu bereit wären, mehr für ein Buch oder Magazin auszugeben, welches auf umweltfreundlichem Papier gedruckt sei. Dies wurde in der Umfrage definiert durch die Zertifizierung des Papiers durch das FSC (Forest Stewardship Council). Bei Büchern betrug der akzeptierte Preisaufschlag 25 Cent bis 1 Dollar, bei Magazinen 10 Cent bis 75 Cent (Skodzinski 2006). Diese Ergebnisse implizieren, dass die Bereitschaft zum Kauf von Produkten aus Recyclingmaterial durch eine Verstärkung der wahrgenommenen Wichtigkeit mit Hilfe von Umweltzertifikaten steigt. Umweltzertifizierungen geben Konsumenten das Gefühl, mit dem Kauf entsprechender Produkte zum Umweltschutz beizutragen. Durch das gezielte Bewerben von Recyclingprodukten mit dem erzielten Umweltnutzen nehmen Konsumenten psychologisch mehr Vorteile wahr und entwickeln eine positive Einstellung diesen Produkten gegenüber (Bei und Simpson 1995). Ein weiteres Kriterium für Konsumenten ist die Qualität von Recyclingprodukten. Während bei recyceltem Papier mittlerweile kaum noch ein Qualitätsunterschied durch Konsumenten festgestellt wird (Lee 2006), ist Toilettenpapier aus Recyclingfasern ein sogar günstigeres Produkt, welchem aber allgemein eine geringere Qualität zugeschrieben wird. Aus diesem Grund sollte das Marketing von Produkten aus Sekundärmaterialien den Konsumenten ebenfalls verdeutlichen, dass die Qualität mindestens gleichwertig ist wie jene von Produkten aus Primärmaterialien.

10.3.5.3 Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung

Die Konsultation zum Grünbuch Kunststoffabfälle hat eine Reihe von Informationsbedürfnissen auf Seiten der Konsumenten identifiziert, die im Rahmen von konkreten Kommunikationskampagnen adressiert werden sollten. Die folgende Abbildung zeigt die dabei eingegangenen Antworten, auf welche Punkte dabei mit Blick auf Produktinformationen eingegangen werden sollte. Genannt wurden dabei insbesondere Informationen zur Nachnutzungsphase und den dabei vorgesehenen Verwertungswegen.

Abbildung 85: Konsultationen zum Grünbuch Kunststoffabfälle - Informationsbedürfnisse von Konsumenten zu kunststoffhaltigen Produkten



Angaben in % der Zustimmungen durch die befragten Stakeholder

Quelle: eigene Darstellung, verändert nach BioIS 2013

Anmerkungen: Wichtig ist für viele Stakeholder der **Weg der Informationsübermittlung**. Dazu gehört zum Beispiel, dass „Information klar, einfach und für den Konsumenten abrufbar“ sein sollte. Außerdem ist ein klares und einfach identifizierbares Label nötig. Die Hauptantwort „End-of-Life-Behandlung bezieht sich auf Informationen über Recycelbarkeit. 17 Stakeholder geben an, dass es wichtig sei, zu „wissen, wie man Kunststoffprodukte am Lebensende behandelt.“ Der Kommentar „Verwendete Materialien“ betrifft die „Notwendigkeit der Aufklärung über die im Produkt verwendeten Materialien“. Außerdem sollte die Kunststoffsorte definiert werden. Daneben wüssten Konsumenten gern den Anteil recycelter Materialien im Produkt. Die Antwort „LCA“ beschreibt die Wichtigkeit, den ökologischen Fußabdruck eines Produktes zu kennen. „Gefahren und Sicherheit“ bezieht sich vor allem auf schädliche Substanzen. Der Punkt „Bewusstsein/ Verhalten“ zeigt die Notwendigkeit einer globalen Werbekampagne, um das Bewusstsein der Verbraucher zu ändern. Insgesamt 37 Stakeholder glauben, dass die derzeitige Information nutzlos und verwirrend für Verbraucher ist.

Neben der Frage, welche Informationen vermittelt werden sollen, muss aber insbesondere die Frage der spezifischen Zielgruppen und der darauf aufbauenden Art und Weise der Vermittlung und Adressierung konkreter Hemmnisse präzisiert werden: „Very different messages and operational actions are needed to respond to these barriers. Local authorities need to understand the prevalent barriers amongst the sub-groups in their population and develop interventions appropriate to the prevalent barriers. Some interventions will be operational (service improvement) others about information and practical advice about how to use the scheme, and others motivational, showing why participation is worthwhile. For actions to be taken to overcome the barriers, a clear analysis of the prevalent barriers is required.“ (WRAP 2013)

Basierend auf Interviews mit Haushalten wurden in einer Studie für WRAP (2013) mit Blick auf das Recycling von Kunststoffen unterschiedliche Zielgruppen definiert, die sich insbesondere hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Einstellung und Vorkenntnissen zu Umweltthemen und Recycling unterscheiden:

- ▶ Die „Recycling-Ahnungslosen“ ohne jegliche Vorkenntnisse, die über ganz simple Broschüren, Abfallkalender oder Produktaufkleber überhaupt erst auf die Problematik hingewiesen werden müssen.
- ▶ Die „Wissenden, aber nicht Aktiven“, die sich dem Recycling (zumindest in der Regel) verweigern – hier empfiehlt die Studie den persönlichen Kontakt oder die emotionalisierte Ansprache über TV- oder Radiospots.
- ▶ Die „Bemühten“, die dem Recycling und Sekundärkunststoffen gegenüber grundsätzlich positiv eingestellt sind, denen aber der Zugang zu weiterführenden Informationen fehlt.
- ▶ Der „komplette Recycler“, der auch auf Fachinformationen zurückgreift und als Multiplikator für das Thema eingesetzt werden kann.

Als allgemeine Hemmnisse wurden dabei mit Blick auf Kunststoffabfälle festgestellt, dass 48 % der Befragten bei einzelnen Kunststoffprodukten unsicher waren, ob sie überhaupt werkstofflich recycelt werden können. 12 % äußerten, dass ihre Unsicherheit gegenüber Kunststoffrecycling und Sekundärkunststoffen vor allem auf Unsicherheiten bezüglich der ökologischen Vorteilhaftigkeit beruht (vgl. WRAP 2013, S.13). Auf dieser Grundlage wurde der sogenannte 4E-Ansatz (encouraging, enabling, engaging, exemplifying) entwickelt, der Konsumenten durch gezielte Ansprache zu einer Veränderung ihrer Einstellung zum Kunststoffrecycling und gegenüber Sekundärkunststoffen bewegen soll (Collier et al, 2010):

- ▶ Ermutigen: Setzen der richtigen Signale, d.h. klare Unterstützung vorteilhaften Verhaltens sowie eindeutige Sanktionierung ungewollten Verhaltens.

- ▶ **Ermöglichen:** System und individuelle Kapazitäten dahingehend entwickeln, dass das gewünschte Verhalten vereinfacht wird (z.B. durch Unterstützung, Informationsangebote, Vermittlung von Fähigkeiten etc.)
- ▶ **Engagieren:** Die Bürger am Prozess und seiner Entwicklung beteiligen, z.B. bei der Entwicklung von Zielen, Netzwerken etc.
- ▶ **Exemplarisch vorangehen:** Deutliche Führung durch Vorbildfunktionen, die auch die Rolle der öffentlichen Hand in diesem Themenfeld verdeutlicht.

Abbildung 86: Der 4E-Ansatz zur Veränderung individueller Verhaltensmuster



Quelle: Eigene Darstellung nach Collier et al, 2010

10.3.5.4 Rechtliche Vorgaben

Rechtliche Aspekte, die der Umsetzung des Instruments entgegen stehen könnten, sind nicht zu erkennen.

10.3.5.5 Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung

Eine konkrete Angabe zusätzlich separat erfasster Kunststoffabfälle, zurückgewonnener oder eingesetzter Sekundärkunststoffe lässt sich auf Basis der Instrumentenbeschreibung nicht ableiten. Als zentrale Erfolgsfaktoren können hierbei neben den eingesetzten finanziellen Ressourcen die zielgruppengerechte Ansprache, die ansprechende Vermittlung der Thematik sowie eine gelungene Verknüpfung zu Themen aus dem direkten Alltag der Konsumenten genannt werden.

10.3.5.6 Abschließende Bewertung

Wie dargestellt, kann eine veränderte Wahrnehmung von Kunststoffen insgesamt und Sekundärkunststoffen im Besonderen als zentrale Voraussetzung für eine verbesserte Inanspruchnahme von Sekundärkunststoffen angesehen werden. Die oftmals vorherrschende Wahrnehmung recycelter Kunststoffe als minderwertiges Material führt in vielen Fällen dazu, dass die kunststoffverarbeitende Industrie trotz möglicher Kosteneinsparpotenziale auf den Einsatz von Sekundärkunststoffen verzichtet, um gegenüber ihren Kunden das gewonnene Image als Premiumhersteller nicht zu riskieren. Gleichzeitig sind die Kunden bisher nur in Ausnahmefällen dazu bereit, für sekundärkunststoffhaltige Produkte Preisauflschläge zu bezahlen, da ihnen die damit verbundenen Umweltvorteile nicht ausreichend bewusst sind.

Informations- und Imagekampagnen können damit als ein notwendiges, aber allein nicht ausreichendes Instrument gesehen werden: Es könnte mittel- bis langfristig zu einer gestärkten Nachfrage nach hochwertigen Sekundärkunststoffen führen und damit auch Anreize zu einer verbesserten Erfassung setzen. Im Zusammenhang mit der Verwendung von Umweltlabeln, die grundsätzlich einen ähnlichen Ansatz verfolgen, ist jedoch auf die zunehmende Informationsflut hinzuweisen, die tagtäglich auf jeden Verbraucher einströmt. Informations- und Imagekampagnen müssen daher sehr gezielt an bestehenden Interessen und Wertvorstellungen konkreter Gruppen ansetzen, insgesamt sollte der Einfluss daher nicht überschätzt werden: „Behavioural change relates to a complex set of issues and addressing them involves not only change but also consolidating and reinforcing the ‘good’ (moving in the desired direction) as well as addressing the ‘bad’ or the undesirable behaviours of society. In looking to make such change through policy development, an analytical, holistic and systematic approach to influencing individuals, households and businesses must be considered.“ (WRAP 2013, S. 14). Die folgende Abbildung zeigt einen Ansatz, wie Imagekampagnen in einen solchen umfassenden Prozess eingebettet werden können.

Abbildung 87: Imagekampagnen und ihre Einbindung in einen Gesamtprozess zur verbesserten Inanspruchnahme von Sekundärkunststoffen



Quelle: eigene Darstellung, verändert nach WRAP 2013

Tabelle 42: Abschließende Bewertung Instrument 5

	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
Imagekampagne Sekundärkunststoffe	+	+++

Quelle: eigene Darstellung

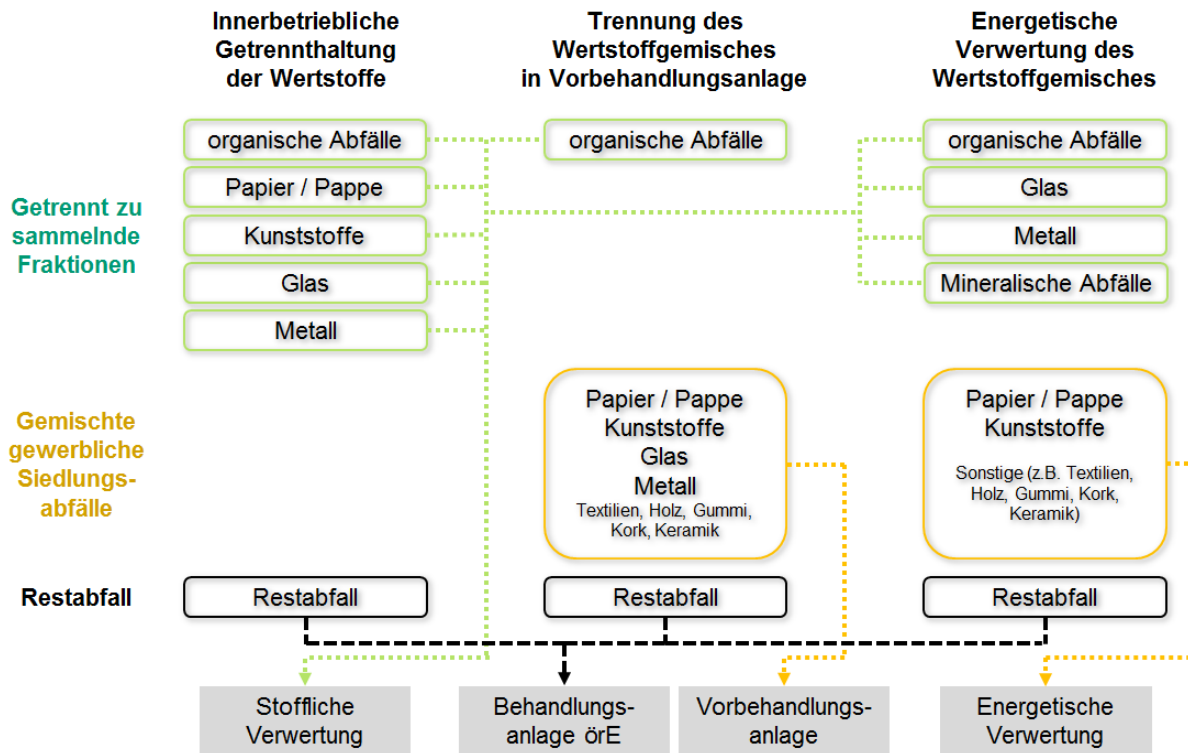
10.3.6 Instrument 6: Vorbehandlungspflicht für gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle

10.3.6.1 Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte

Grundsätzlich sollte die Getrennterfassung kunststoffhaltiger Abfälle oberste Priorität haben. Für den Fall, dass eine Getrennterfassung nicht möglich sein sollte, sind ergänzend dazu Anforderungen an die Vorbehandlung von Gemischen notwendig, um auch die darin enthaltenen Potenziale bestmöglich zu heben.: Die geltende Gewerbeabfallverordnung, das hat die rechtliche Defizitanalyse gezeigt, verpflichtet zwar Gewerbebetriebe in erster Linie zur Getrennthaltung von Wertstoffen (u.a. Kunststoffen), erlaubt aber unter bestimmten Voraussetzungen auch die Erfassung von Gemischen. Diese Gemische können entweder einer Vorbehandlungsanlage zugeführt oder direkt energetisch verwertet werden. Im Fall der Sortierung ist eine Verwertungsquote von 85 % vorgeschrieben, jedoch

differenziert diese Quote nicht zwischen werkstofflicher und energetischer Verwertung, mit der Konsequenz, dass ein Großteil dieser Abfallgemische derzeit energetisch verwertet wird (Dehne et al. 2011, Dehne et al. 2014).

Abbildung 88: Verwertungswege für Gewerbeabfälle



Quelle: eigene Darstellung

Bereits im Grünbuch Kunststoffabfälle werden die getrennte Sammlung, Sortierung und werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen als zentrale Maßnahmen zur Verbesserung des derzeitigen Verhältnisses zwischen Kunststoffrecycling und der energetischen Verwertung beschrieben (Europäische Kommission 2013).

Für eine Steigerung der werkstofflichen Verwertung von u.a. Kunststoffen aus dem gewerblichen Bereich ist eine Neuausrichtung der Gewerbeabfallverordnung erforderlich. Zielführend ist die Einführung einer Vorbehandlungspflicht in Kombination mit weiteren flankierenden, stoffstromlenkenden Maßnahmen (Dehne et al. 2014).

In diese Richtung gehen auch die Überlegungen des BMUB zur Novelle der Gewerbeabfallverordnung (vgl. Radde 2014). Die Eckpunkte der geplanten Novelle (Stand 12.02.2015) umfassen u.a.:

- ▶ den Ausbau der Getrennterfassung beim Abfallerzeuger,
- ▶ Dokumentationspflichten bei Abweichung von der Getrennthaltungspflicht,
- ▶ Einschränkungen bei der gemischten Erfassung,
- ▶ Vorbehandlungspflichten für gemischt erfasste Abfälle,
- ▶ die Vorgabe technischer Mindeststandards für Sortieranlagen,
- ▶ die Vorgabe einer Sortierquote von mindestens 85 % der Eingangsmenge sowie
- ▶ die Vorgabe einer Recyclingquote von mindestens 50 % der aussortierten Stoffströme.

Bleibt es bei den Formulierungen im Gesetzesentwurf, wären somit 42,5 % der insgesamt anfallenden gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle zu recyceln.

10.3.6.2 Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen

Im Zuge der europäischen Deponierichtlinie 99/31/EC wurde mit dem Vorbehandlungsgebot für Abfälle mit einem organischen Anteil höher als 5 Prozent einer der wichtigsten Maßnahmen im Sinne einer nachhaltigen Abfallwirtschaft eingeführt. Während in Deutschland bereits seit 2005 ein vollständiges Deponierungsverbot unvorbehandelter Abfälle besteht, haben viele Mitgliedsstaaten die europarechtlichen Reduzierungsziele noch nicht erreicht (EEA 2013).

Auch für Altfahrzeuge sowie Elektro- und Elektronikaltgeräte wurden Vorbehandlungspflichten auf europäischer Ebene rechtlich manifestiert. Obwohl es eine Reihe erfolgreicher Umsetzungen gibt, sind die Vorgaben noch nicht flächendeckend umgesetzt. Beispielsweise wird in Deutschland die Demontagepflicht für große Kunststoffteile aus Altfahrzeugen bisher nur in 200 der 1.260 Demontagebetriebe umgesetzt (vgl. Kap.4.2.2).

Die bisherigen Umsetzungsschwierigkeiten verdeutlichen die Bedeutung ökonomischer Treiber bei der Abfallbehandlung und unterstreichen damit den Regulierungsbedarf, um die Recyclingbranche durch höhere Investitionssicherheiten zu stärken. Insgesamt wird deutlich, dass dabei die Vorbehandlungspflicht ein zentrales Lenkungsinstrument in der Abfallwirtschaft ist; ein adäquates Monitoring und die Kombination mit flankierenden Instrumenten ist allerdings Vorraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung.

10.3.6.3 Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung

Stoffstromorientierte Lösungsansätze für eine hochwertige Verwertung von gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen sind bereits von Dehne et al. 2014 erarbeitet worden. Die Autoren dieser Studie bewerten unterschiedliche Ausgestaltungsmöglichkeiten im Zusammenhang mit einer Vorbehandlungspflicht gemischter gewerblicher Siedlungsabfälle. Die Ergebnisse werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt.

Grundsätzlich ist zu betonen, dass durch eine Umsetzung von Instrumenten zur Erhöhung der Wertschöpfung aus Abfallgemischen die prioritär vorgeschriebene Pflicht zur Getrennthaltung einzelner Wertstoffe direkt beim Abfallerzeuger nicht außer Kraft gesetzt werden soll. Gemäß Gewerbeabfallverordnung hat der Abfallerzeuger die Pflicht, die Fraktionen PPK, Kunststoffe, Metalle, Holz und Glas sowie insbesondere biologisch abbaubare Abfälle getrennt voneinander zu sammeln. Dies ist auch weiterhin beizubehalten.

Implementierung einer Vorbehandlungs-/Sortierpflicht

Durch die Einführung einer generellen Vorbehandlungs-/Sortierpflicht für gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle kann die derzeit noch praktizierte unmittelbare Verbrennung dieser Abfälle ausgeschlossen werden. Eine Vorbehandlungs-/Sortierpflicht allein wird jedoch ohne weitergehende Anforderungen an die Sortierung keine bedeutende Steigerung des Wertstoffrecyclings hervorrufen; ein Großteil der Wertstoffe würde weiterhin im Gemisch verbleiben und den gewohnten Weg in die Verbrennung gehen. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit, weitergehende Anforderungen an Vorbehandlungs-/Sortieranlagen zu definieren.

Kombination aus Vorbehandlungspflicht und Stand der Technik

Mit der Kombination der Vorbehandlungspflicht und der Festlegung eines technischen Mindeststandards für die Vorbehandlungs-/Sortieranlagen soll eine möglichst optimale Wertstoffausbeute erzielt werden. Die Ausstattung der derzeit betriebenen Vorbehandlungsanlagen ist sehr unterschiedlich. Die Komplexität der zum Einsatz kommenden Verfahrenstechnik reicht von einfachen Sortierungen ohne Klassierstufe über Sortieranlagen mittlerer Komplexität mit Klassierung und ggf. Zerkleinerung

bis hin zu Sortieranlagen hoher Komplexität mit Klassierung, Zerkleinerung und Sensortechnik (Dehne et al. 2011).

Im Fall der Festlegung eines Mindeststandards für Vorbehandlungs-/Sortieranlagen müssten einfach ausgestattete Bestandsanlagen kostenintensiv nachgerüstet werden. Aber auch das bloße Vorhandensein eines Mindestumfanges an Sortiertechnik führt noch nicht automatisch zu einer nennenswerten Erhöhung der Recyclingmenge, insbesondere dann nicht, wenn Aggregate umfahren oder überlastet werden. Insgesamt ist davon auszugehen, dass Anzahl und Menge der aussortierten Stoffströme wie bisher je nach Marktlage schwanken würden.

Die Festlegung eines Mindeststandards kann umgangen werden, wenn neben der Pflicht zur Vorbehandlung auch stoffstromlenkende Quoten vorgegeben werden.

Kombination aus Vorbehandlungspflicht und qualitativer Quotierung

Bereits in der Vorgängerstudie Dehne et al. 2011 wurde die Einführung einer bewertenden Quotierung als mögliches Instrument zur Förderung des Recyclings, gleichzeitig aber auch zur Erzeugung hochwertiger Ersatzbrennstoffe aufgezeigt.

Dieser Vorschlag kombiniert die Vorbehandlungspflicht mit einem Quotenmodell für die Fraktionen Kunststoffe, PPK, Metalle und Holz. Aufgrund der Heterogenität der Abfälle im Input wird das Sortierergebnis nicht an der Ausbeute einzelner Wertstoffströme bemessen. Das Modell sieht stattdessen vor, die einzelnen Outputströme, hierzu zählen die Recyclingmengen, aber auch hochkalorischen sowie mittelkalorischen „brennbaren Abfälle“ (SBS/EBS), unter Berücksichtigung ihrer ökologischen Bedeutung unterschiedlich zu wichten. Die zu erreichende Bewertungsquote ergibt sich sodann aus der Summe der gewichteten Mengentröme im Output bezogen auf den gesamten Anlageninput (mitverarbeitete Monofractionen sind sowohl input- als auch outputseitig herauszurechnen). Die Bewertungsquote und die Bewertungsfaktoren sind so zu wählen, dass die Aussortierung von Wertstoffen gesteigert werden muss.

Die Autoren der genannten Studie bewerten dieses Modells als vorteilhaft hinsichtlich der damit einhergehenden Flexibilität, mit der ein Betreiber in definierten Grenzen auf unterschiedliche Randbedingungen wie schwankende Inputqualitäten und Marktbedingungen reagieren kann.

Kombinationen aus Vorbehandlungspflicht und massenbezogenen Quoten

Bei dieser Instrumentenkombination orientiert sich die Quotierung an bestehenden bzw. diskutierten Modellen wie sie z.B. für den LVP-Bereich angewandt werden (z.B. massenbezogene selbstlernende Quote [Öko-Institut/HTP 2012]). In Bezug auf die gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle bewerten die Autoren der Studie eine Festlegung fraktionsbezogener Sortier-Quoten aufgrund des heterogenen und in seiner Zusammensetzung variablen Inputmaterials als eher schwierig. Stattdessen wird eine summarische massenbezogene Quote für die dem Recycling zuzuführenden Wertstoffe empfohlen. Eine zeitliche Staffelung der Quote berücksichtigt ferner die in Gewerbebetrieben/ der Entsorgungswirtschaft zu erwartenden Anpassungsprozesse. Dehne et al. 2014 schlagen diesbezüglich folgende Regelungen vor:

- ▶ Im ersten Jahr nach Inkrafttreten müssen Sortieranlagenbetreiber eine Mindestquote bezogen auf alle Wertstoffe von 18 - 20 Ma.-% nachweisen. Nach einer Konsolidierungsphase mit einem Zeithorizont von jeweils 2 – 3 Jahren ist diese vergleichsweise gering ambitionierte Sortierquote dann zweimal um je 4 - 5 Ma.-% zu erhöhen.
- ▶ Zur Stärkung der energetischen Verwertung kann eine weitere Quote definiert werden, die sich auf einen hochkalorischen, gütegesicherten Brennstoff bezieht.

- ▶ Spätestens nach der zweiten Erhöhung ist eine Validierung vorzunehmen, um über weitere Steigerungen fundiert entscheiden zu können.
- ▶ Die Erfüllung der Quoten ist über ein Kontroll- und Nachweise-System anlagenbezogen zu erbringen, der Verbleib der Wertstoffe ist von abnehmenden Anlagen oder Direktverwertern zu testen.
- ▶ Auf eine Verfehlung der Quote kann mit abgestuften Sanktionsmechanismen reagiert werden.

Adressaten der vorgestellten Instrumentenkombinationen sind einerseits die Abfallerzeuger, die verpflichtet werden, die gemischt anfallenden gewerblichen Siedlungsabfälle einer Vorbehandlungs-/Sortieranlage zuzuführen. Hierbei bleibt es den Abfallerzeugern selbst überlassen, die innerbetriebliche Getrennthaltung zu stärken oder ggf. höhere Kosten für die Aufbereitung in Kauf zu nehmen.

Andererseits richtet sich die Erfüllung technischer Mindeststandards bzw. die Einhaltung festgelegter Quotenregelungen an die Betreiber der Vorbehandlungs-/Sortieranlagen.

10.3.6.4 Rechtliche Vorgaben

Auch aus rechtlicher Perspektive scheint es angebracht und umsetzbar, den möglichst weitgehenden Ausschluss der unmittelbaren Verbrennung gemischter Gewerbeabfälle zu regeln, um die stoffliche Verwertung dieser Gemische zu befördern. Durchgreifende rechtliche Bedenken gegen eine solche Regelung bestehen nicht. Insbesondere erscheint eine Vorbehandlungspflicht verhältnismäßig, wenn man den damit verbundenen Aufwand für die Gewerbebetriebe und den zu erreichenden Ressourcenschutz gegeneinander abwägt.

Ein zweiter Ansatz neben der Festschreibung eines Vorbehandlungsgebotes könnte bei dem für die GewerbeabfallVO maßgeblichen sog. **Heizwertkriterium** ansetzen. Ausnahmen von den Pflichten zur Getrennthaltung oder Sortierung der gemeinsam erfassten Abfälle sind nur dann zulässig, wenn nachweisbar die Erfüllung dieser Pflichten technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht zumutbar ist. Dies gilt insbesondere bei geringer Menge oder großer Verschmutzung der Abfälle. Treffen die genannten Ausnahmeregelungen zu, müssen die gemischten Abfälle dann entweder

- ▶ einer Vorbehandlungsanlage zugeführt werden, die die hierfür in der Gewerbeabfallverordnung vorgeschriebene Verwertungsquote einhält und deren Betreiber diese auch nachweisen muss („85%-Verwertung“) oder
- ▶ ohne Vorbehandlung energetisch verwertet werden. Die Bedingungen für die energetische Verwertung lauten: Wenn der Heizwert des einzelnen Abfalls (ohne Vermischung) mehr als 11.000 Kilojoule pro Kilogramm beträgt, wird die energetische Verwertung dem Recycling als gleichwertig angesehen. Das Heizwertkriterium von 11.000 kJ/kg ergibt sich aus § 8 Abs. 3 KrWG. Unterhalb dieses Heizwertes hat das Recycling Priorität. Bei Verwertung in einer Müllverbrennungsanlage muss die Anlage spezielle Bedingungen bzgl. der Energieeffizienz einhalten (Verwertungsverfahren R 1 aus der Anlage 2 des KrWG).

Für das Abfallverwertungsverfahren R 1 i.S.d. Anlage 2 zum KrWG enthält die Fußnote in der Anlage 2 zum KrWG eine Präzisierung der Frage, wann die Verbrennung von Abfällen energieeffizient und deshalb als Verwertung einzustufen ist. Dass das in der Praxis in Abgrenzung zur Beseitigung nicht immer einfach zuzuordnen ist, zeigt etwa eine Entscheidung des Verwaltungsgerichts Minden¹³¹, die allerdings keine diesem Forschungsprojekt unterfallenen Kunststoffabfälle betraf.

¹³¹ VG Minden, Urt. v. 9. September 2013, 11 K 2200/12, openJur 2013, 35634, <http://openjur.de/u/645228.html> (abgerufen 8.8.2014), Rn. 36 ff.

Es erscheint zumindest fraglich, ob das genannte Heizwertkriterium in § 8 Abs. 3 KrWG, das auch für die Gewerbeabfallverordnung Anwendung findet, wirklich eine geeignete Umsetzung der Abfallrahmenrichtlinie 2008 durch das KrWG darstellt (kritisch Beckmann 2014, § 8 KrWG Rn. 31 m.w.N.; Herrmann/Schulze 2014, 4). Dagegen spricht jedenfalls der Ressourcenschutzansatz. Das Heizwertkriterium hat diesbezüglich keinerlei Steuerungswirkung. Obwohl es sich um eine in beide Richtungen widerlegliche Vermutung handelt, hebt die Regelung doch den Vorrang der stofflichen Nutzung generell und ohne nähere Begründung auf (Herrmann/Schulze 2014, 4). Solange die Nutzung der stofflichen Eigenschaften der Abfälle noch möglich wäre, ist eine Gleichwertigkeit der Verbrennung ökologisch nicht zu begründen. Unbeachtet bleibt bei einem reinen Abstellen auf den Heizwert auch, dass auf die Energieeffizienz des thermischen Prozesses (ggf. geringer Wirkungsgrad bzw. Verzicht auf Wärmerückgewinnung) kein Augenmerk gelegt wird (bvse 2011). Sinnvoller wäre es, statt eines Heizwertkriteriums von 11.000 kJ/kg vielmehr ein Life-Cycle-Assessment (LCA) der Kunststoffabfälle durchzuführen. Ein solches LCA sollte wenigstens für die Frage der Pflicht zur Vorbehandlung von gemischten Gewerbeabfällen durchgeführt und zur Grundlage der Entscheidung (Getrennterfassung bzw. Vorbehandlung versus energetische Gemischverwertung) gemacht werden.

10.3.6.5 Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung

Die Auswirkungen einer Vorbehandlungspflicht für gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle auf die Recyclingmenge haben Dehne et al. 2014 ebenfalls detailliert untersucht. Eigene Berechnungen für das Jahr 2011 auf Grundlage der Ergebnisse der genannten Studie haben ergeben (vgl. Kap. 8.3.2), dass eine Vorbehandlung der insgesamt anfallenden gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle¹³² bei unveränderter Sortierpraxis einen Anstieg der für das Recycling nutzbaren Kunststoffmenge von aktuell etwa 70.000 t auf bis zu 160.000 t bewirken würde, das sind rund 11 Massenprozent des insgesamt enthaltenen Kunststoffpotenzials.

Würde zudem die Ausbeute durch eine Optimierung der mechanischen Vorbehandlung (u.a. bessere Ausnutzung der installierten Technik, Vermeidung von Bandüberbelegungen) gesteigert, könnten bis zu 56 Massenprozent des gesamten Kunststoffpotenzials ausgeschleust werden.

Um die hier aufgezeigten Recyclingmengen ansatzweise generieren zu können, sind beispielsweise die oben beschriebenen stoffstromlenkenden Quotenmodelle notwendig.

10.3.6.6 Abschließende Bewertung

Zu Förderung des Recyclings verpflichtet der Gesetzgeber Gewerbetreibende und die Industrie dazu, bestimmte Wertstoffe (z.B. Papier, Kunststoffe, Metalle) getrennt zu sammeln. Die Sammlung von gewerblichen Siedlungsabfällen als Gemisch ist nur im Ausnahmefall zugelassen. Dennoch fallen diese Abfallgemische in nennenswerter Größenordnung an. Die Aufnahme des Ist-Zustandes hinsichtlich der Entsorgung dieser Abfälle hat gezeigt, dass dieser Abfallstrom maßgeblich energetisch verwertet wird.

Grundsätzlich können die in den gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen potenziell enthaltenen Kunststoffe infolge der Durchsetzung einer Vorbehandlungspflicht gesteigert werden, vorausgesetzt es werden parallel weitergehende stoffstromlenkende Anforderungen festgelegt, die eine Steigerung der Recyclingmenge bewirken.

Die Mengeneffekte, die sich aus der Vorbehandlungspflicht in Kombination mit einer qualitativen oder quantitativen Quotierung ergeben, werden als hoch eingeschätzt.

¹³² Menge gemischter gewerblicher Siedlungsabfälle im Jahr 2011: rund 6,24 Mio. t mit einer enthaltenen Kunststoffmenge von rund 1,49 Mio. t

Da derzeit im BMUB die Novelle der Gewerbeabfallverordnung vorbereitet wird, wäre eine vergleichsweise kurzfristige Umsetzung der Instrumentenkombinationen möglich. Der BMUB-Referentenentwurf vom 12. Februar 2015 sieht die Vorbehandlungspflicht für gemischt erfasste Gewerbeabfälle ausdrücklich vor (§ 4 Abs. 1 GewAbfV-E). Danach sind gemischte Gewerbeabfällen zur Verwertung grundsätzlich zunächst einer Vorbehandlungsanlage zuzuführen. Während derzeit die technische Möglichkeit bzw. wirtschaftliche Zumutbarkeit als Tatbestandsvoraussetzungen für eine Vorbehandlungspflicht formuliert sind (§ 4 Abs. 2 GewAbfV-E), sollte die Vorschrift so formuliert sein, dass die technische Unmöglichkeit bzw. die wirtschaftliche Unzumutbarkeit gerade die Ausnahme von der Vorbehandlungspflicht begründen.

Der Entwurf der Gewerbeabfallverordnung beinhaltet ferner, die Regelung technischer Anforderungen an Vorbehandlungsanlagen. U.a. müssen Vorbehandlungsanlagen künftig über Komponenten zur Separierung verschiedener Kunststoffsorten verfügen. Vorbehandlungsanlagen sollen ferner fortan eine Sortierquote von mindestens 85 Massenprozent und eine Recyclingquote von mindestens 50 % der aussortierten Stoffströme erreichen.

Tabelle 43: Abschließende Bewertung Instrument 6

	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
Vorbehandlungspflicht für gemischt erfasste Gewerbeabfälle	+++	++

Quelle: eigene Darstellung

10.3.7 Instrument 7: Vorgaben zur separaten Erfassung kunststoffhaltiger Produkte

10.3.7.1 Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte

Wie die Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel deutlich machen, findet eine Getrennthaltung bestimmter Kunststoffabfälle bisher in verschiedenen Bereichen nur in unzureichendem Maße statt. Technisch ist die Sortierung unterschiedlicher Kunststoffsorten aus einem Abfallgemisch machbar; hinsichtlich der Sortenreinheit, der Qualität der Sekundärrohstoffe und damit auch der wirtschaftlichen Anreize zum Einsatz von Sekundärrohstoffen hat eine Getrennthaltung aber deutliche Vorteile (vgl. SRU 2008, Kap. 10).

Für die Getrennthaltung und -sammlung gilt schon jetzt nach dem in Kraft getretenen Kreislaufwirtschaftsgesetz 2012 der Grundsatz der Getrennthaltung von Abfällen zur Verwertung ohne Vorbehalt im Sinne von Art. 10 Abs. 2 AbfRRL (§ 9 Abs. 1 KrWG). Für die Umsetzung dieses Prinzips sieht das deutsche Kreislaufwirtschaftsgesetz spezielle Getrennthaltungsgebote vor: Es gilt u.a. der Grundsatz der getrennten Sammlung von Papier-, Metall-, Kunststoff- und Glasabfällen ab dem 01.01.2015 (§ 14 Abs. 1 KrWG). Das Kreislaufwirtschaftsgesetz koppelt diesen Grundsatz mit einer sog. Recyclingquote als „Soll-Quote“ (§ 14 Abs. 2 und 3 KrWG). Diese betreffen die Vorbereitung zur Wiederverwendung und Recycling von Siedlungsabfällen (65 Massenprozent und von nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfällen einschließlich sonstiger stofflicher Verwertung von 70 Massenprozent ab dem 01.01.2020). Das bedeutet für die hier relevanten Kunststoffabfälle, dass ab Januar 2015 eine Pflicht zur Getrennthaltung greift. Diese breite Pflicht, die unter dem Vorbehalt der Verhältnismäßigkeit steht (Frenz 2013, § 14 Rdnr. 21), ist zu begrüßen. Sie löst die nur sektoral bestehenden Getrennthaltungspflichten ab. Problematisch bleibt aber weiterhin, dass die Getrennthaltung nicht nach verschiedenen Kunststoffen differenziert, sondern nur die Fraktion des Kunststoffabfalls als solche betrifft.

10.3.7.2 Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung und rechtliche Bewertung

Wie oben im Kapitel 9 ausgeführt, wurde seitens der Bundesregierung bisher weder von der Ermächtigungsgrundlage im KrWG für die Regelung von Anforderungen an die Hochwertigkeit von Verwertungsmaßnahmen (§ 8 Abs. 2 S. 1 Nr. 2 KrWG noch von der ebenfalls in § 8 Abs. 2 KrWG zu findenden Ermächtigung zum Erlass einer Verordnung über den Vorrang oder die Gleichrangigkeit von Verwertungsmaßnahmen (§ 8 Abs. 2 S. 1 Nr. 1 KrWG) bzw. zur Regelung einer Kaskadennutzung (§ 8 Abs. 2 S. 2 KrWG) Gebrauch gemacht. Herrmann/ Schulze (2014, 5) legen im Rahmen einer Kurzstudie im Projekt PolRess dar, dass das neue Kreislaufwirtschaftsrecht dennoch die Chance bietet, Kunststoffe in einem größeren Umfang als bislang im Stoffkreislauf zu führen anstatt ihn nach einer Gebrauchsphase energetisch zu verwerten. Insbesondere wurde in § 8 Abs. 2 S. 2 KrWG das Prinzip einer Nutzungskaskade im Kreislaufwirtschaftsgesetz etabliert, in dem die Bundesregierung ermächtigt wird, in einer Verordnung die Nutzungen werthaltiger Abfallstoffe in Kaskaden (also dem gegebenenfalls mehrfachen Durchlaufen der Recyclingstufe) festzuschreiben. Danach könnte bezogen auf die Abfallart, -beschaffenheit und -menge geregelt werden, welche Verwertungsmaßnahmen auf welche vorangegangenen Schritte folgen sollen, und das gegebenenfalls mehrfach (Petersen/Doumet/Stöhr 2012, 521, 525; Hofmann 2013, § 8 KrWG Rn. 8). Damit hat die Bundesregierung die Möglichkeit, mit Erlass einer speziellen „Kunststoffverordnung“ oder folgerichtig einer „Kunststoffkaskadennutzungsverordnung“ sinnvolle Vorgaben für die vorrangige und hochwertige Verwertung von Kunststoffabfällen zu regeln. Diese Regelung würde dem ohnehin nur eine Übergangsregelung (vgl. die Gesetzesbegründung, BT-Drs. 17/6052, S. 79 f.) darstellenden Heizwertkriterium nach § 8 Abs. 3 KrWG für Kunststoffabfälle mit dem Ziel der Nachhaltigkeit (Ressourcenschutz) „den Wind aus den Segeln“ nehmen. Hierzu ist auf das Rangverhältnis zwischen einer Verordnung nach § 8 Abs. 2 KrWG und dem Heizwertkriterium nach Abs. 3 des § 8 KrWG hinzuweisen („soweit der Vorrang oder Gleichrang der energetischen Verwertung nicht in einer Rechtsverordnung nach Absatz 2 festgelegt wird“). Teilweise wird in der Rechtsliteratur sogar eine Pflicht der Bundesregierung gesehen, eine Verordnung nach § 8 Abs. 2 KrWG zu erlassen (Beckmann 2014, § 8 KrWG Rn. 29).

Aus rechtlicher Sicht muss darauf hingewiesen werden, dass dabei die aus dem Rechtsstaatsprinzip folgenden Vorgaben der Verhältnismäßigkeit nicht überdehnt werden dürfen. Zwar ist die vom Unterausschuss des Deutschen Bundestages in seinem Beschlussvorschlag betonte umfassende Nutzung des Ressourcenpotenzials (BT-Drs. 17/7505, 13 f) ein wichtiger Belang des Umweltschutzes. Jedoch darf nicht übersehen werden, dass Satz 1 des § 8 Abs. 1 KrWG bei der Wahl der verschiedenen abfallwirtschaftlichen Handlungsoptionen neben den Aspekten des Gesundheits- und Umweltschutzes nach § 6 Abs. 2 S. 3 KrWG auch gegenläufige Belange der wirtschaftlichen Zumutbarkeit und der sozialen Folgen berücksichtigt sehen will (Hofmann 2013, § 8 KrWG Rn. 1). In der geforderten generellen Abwägung müssen die Kriterien der Hochwertigkeit, der Rangfolge sowie der Kaskadennutzung sorgfältig unter Einbeziehung von Lebenszyklusbetrachtungen festgelegt werden. Nicht außer Acht gelassen werden dürfen dabei die europarechtlichen Vorgaben, konkret die „R1-Formel“ („Energieeffizienzformel“) in Anhang II der AbfRRL 2008, die durch Anlage 2 mitsamt ihren Energieeffizienzwerten (Anm. 1) umgesetzt wurde (Hofmann 2013, § 8 KrWG Rn. 9 f.).

Sofern der Ordnungsgeber hiervon Gebrauch macht und für Kunststoff eine kaskadische Nutzungsweise anordnet, welche eine möglichst hochwertige Wiederverwendung und Verwertung beinhaltet, könnte hierdurch auch ein wichtiger Beitrag zur möglichen stofflichen Verwertung und Einsatz als Sekundärkunststoff geleistet werden.

Gleichzeitig wird dabei aber auch auf die notwendige Konkretisierung verwiesen, wenn sich aus diesem Kaskadenprinzip tatsächliche Konsequenzen für die werkstoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen ergeben sollen: „Damit eine möglichst hochwertige Verwertung in einer Kunststoffkaskade ihre Wirkung entfalten kann, müssten die Kunststoffe möglichst sortenrein für eine werkstoffliche Verwertung vorliegen. Dazu müssten die Verwerter über die Zusammensetzung der Kunststoffabfälle

zum einen informiert sein (z.B. durch eine Kennzeichnung) und zum anderen müsste z.B. eine Verpflichtung zur Getrennterfassung von Kunststoff vorgesehen werden.“ (vgl. ebd. S. 5)

Der BMUB-Referentenentwurf vom 12. Februar 2015 zur Novelle der Gewerbeabfallverordnung sieht verschärfte Vorgaben zur getrennten Erfassung der Gewerbeabfälle vor. Nach § 3 GewAbfV-E stehen die getrennte Sammlung, die Vorbereitung zur Wiederverwendung sowie das Recycling von gewerblichen Siedlungsabfallfraktionen im Mittelpunkt der neuen Verordnung. So sollen nicht nur der Ausnahmetatbestand von der Getrennthaltungspflicht der „sortenreinen Sortierung“ (bisher § 3 Abs. 2 GewAbfV) entfallen. Damit ist der bisherige Weg versprerrt, statt einer Getrennthaltung eine gemischte Erfassung durchzuführen, wenn die gewerblichen Siedlungsabfälle einer Vorbehandlungsanlage zugeführt und dort in weitgehend gleicher Menge und stofflicher Reinheit wieder aussortiert werden. Darüber hinaus soll auch der bisherige Abs. 4 in § 3 GewAbfV und mit ihm weitere behördliche Einzelfallausnahmen von der Getrennthaltungspflicht entfallen. Damit wird die Getrennthaltungspflicht konsequenter umgesetzt als bisher, was im Lichte der Zielsetzung dieses Forschungsprojektes zu begrüßen ist. Letztlich bleibt es aber problematisch, dass § 3 GewAbfV-E die technische Möglichkeit und die wirtschaftliche Zumutbarkeit nicht wie bisher im Zusammenhang mit einer Ausnahme, sondern vielmehr als echte Tatbestandsvoraussetzung formulieren. Wenn diese Tatbestandsvoraussetzungen gegeben sind, so der Entwurf, greift im Grundsatz die Pflicht zur Vorbehandlung, die wiederum nur unter den Voraussetzungen der technischen Unmöglichkeit oder wirtschaftlichen Unzumutbarkeit entfällt.

Konkrete Optionen ergeben sich dabei u.a. für den Bereich der Bau- und Abbruchabfälle, bei denen aktuell die Problematik besteht, dass ein selektiver Rückbau und damit eine Trennung der Abfallfraktionen nicht in der geltenden GewAbfV vorgeschrieben ist. In den Vollzugshinweisen der LAGA (Mitteilung 34), welche die GewAbfV konkretisieren, werden folgende Baumaßnahmen genannt, bei denen Kunststoffabfälle insbesondere getrennt anfallen:

- ▶ Neubaumaßnahmen (insbesondere Hochbau),
- ▶ Sanierungs-, Modernisierungs- und Renovierungsmaßnahmen,
- ▶ Abbruchmaßnahmen, bei denen einzelne Bauteile bzw. Baumaterialien getrennt ausgebaut werden (selektiver Rückbau).

Herrmann/ Schulze (2014) legen dar, dass im Fall der Abbruchmaßnahmen seitens der LAGA darauf hingewiesen wird, dass ein selektiver Rückbau gegebenenfalls landesrechtlich vorgegeben sei: „Eine verbindliche Vorgabe zum selektiven Gebäuderückbau oder -abbruch ist in den Landesbauordnungen jedoch nicht enthalten“.

Für den Bereich der Abbruchabfälle, insbesondere beim Rückbau von Häusern ist die Arbeitsgemeinschaft „Kreislaufwirtschaftsträgerbau“ (KWT Bau) für den Bereich vom Anfall der Bauabfälle bis zum Transport in eine Vorbehandlungsanlage bereits eine Selbstverpflichtungserklärung eingegangen. Darin verpflichten sich die Mitglieder der ARGE KWT Bau „zur Reduzierung der Ablagerung von verwertbaren Bauabfällen bezogen auf das Bauvolumen gegenüber dem Stand von 1995 bis zum Jahre 2005 auf die Hälfte.“ Die Erfüllung dieser Verpflichtung wird auch nach dem Ende der Selbstverpflichtung 2005 erfüllt und in Monitoringberichten überwacht. Allerdings erfasst die Selbstverpflichtung keine Kunststoffabfälle.

Der BMUB-Referentenentwurf zur Novelle der Gewerbeabfallverordnung sieht nun weitgehende Getrennthaltungspflichten für Bau- und Abbruchabfälle beim Rückbau, insbesondere für Gipsabfälle, vor.

10.3.7.3 Abschließende Bewertung

Wie die Darstellung für den Bereich der Bau- und Abbruchabfälle in Kapitel 8.3.3 verdeutlicht, bieten Regelungen zur Getrennthaltung durchaus Potenziale, den Input für eine hochwertige Verwertung

von Kunststoffabfällen zu erhöhen. Insgesamt erscheint jedoch insbesondere der Abfallstrom gemischt anfallender Gewerbeabfälle prioritär, ohne dass weitere Abfallströme grundsätzlich ausgeschlossen werden sollten (z.B. Matratzen).

Tabelle 44: Abschließende Bewertung Instrument 7

	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
Pflichten zur separaten Erfassung kunststoffhaltiger Produkte	+	++

Quelle: eigene Darstellung

10.3.8 Instrument 8: Reduzierte Mehrwertsteuersätze für Produkte mit Rezyklatanteil

10.3.8.1 Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte

Ein weiteres mögliches marktbasiertes Instrument zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen wäre die Einführung eines reduzierten Mehrwertsteuersatzes für Produkte mit einem bestimmten Mindestrezyklatanteil. Damit würde die Nachfrage nach solchen Produkten gesteigert und damit indirekt auch die Nachfrage nach Sekundärkunststoffen, deren Einsatz einen solchen reduzierten Mehrwertsteuersatz erlauben würde. Bereits in der Vergangenheit sind daher in der Literatur Mehrwertsteuerermäßigungen aus Gründen des Ressourcenschutzes gefordert worden (Bleischwitz/Jakob/Bahn-Walkowiak/Wilts 2010, 46 ff; Bleischwitz/Jacob/Rennings 2010, 28 ff.).

Neben den finanziellen Anreizen hätte die Einführung eines reduzierten MwSt.-Satzes jedoch insbesondere Potenziale durch ihre kommunikative Wirkung. Auch wenn eingewandt werden kann, dass Labels die Aufgabe sinnvoller übernehmen können, so ist doch angesichts der inzwischen vorhandenen Labelflut und der hohen Aufmerksamkeit, die MwSt.-Veränderungen gezollt werden, anzunehmen, dass die Reduzierung der MwSt.-Sätze für spezifische Produkte und Dienstleistungen zum Abbau von Informationsdefiziten führen kann (z.B. Witte et al. 2005). Eine MwSt.-Ermäßigung für ein bestimmtes Produkt kann als ein deutliches Signal an den Verbraucher wirken, dass es sich um ein staatlich anerkanntes, umweltfreundliches Produkt handelt, wenn es entsprechend kommuniziert wird. Der Ausweis einer steuerlichen Begünstigung von sekundärkunststoffhaltigen Produkten senkt damit die Transaktionskosten für den Nutzer, die zur Informationsbeschaffung nötig sind, wenn durch einen günstigeren Steuersatz ein für den Endverbraucher wichtiges Selektionskriterium vorgegeben ist.

Auch in der Auswertung der Konsultation zum Grünbuch Kunststoffabfälle der Europäischen Kommission wird die Einführung eines reduzierten Mehrwertsteuersatzes explizit als mögliche Maßnahme genannt (Europäische Kommission 2013, S. 30).

10.3.8.2 Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen

Im europäischen Ausland existiert bereits eine Reihe von Beispielen, bei denen ein reduzierter Mehrwertsteuersatz mit explizitem Bezug zum Einsatz von Sekundärrohstoffen gewährt wird.

In der **Tschechischen Republik** wurde bei der Einführung der MwSt. 1993 für eine Reihe von Produkten aus explizit umweltpolitischen Gründen ein reduzierter Satz eingeführt (IVM 2008), u. A. für Papier- und Zelluloseprodukte auf Basis von mind. 70% Recyclingpapier. Untersuchungen des für Altpapier zuständigen Verbandes zeigen jedoch keine eindeutigen Ergebnisse der MwSt.-Reduktion für die Nachfrage. Die Befragungen im Bereich der Zellulose- und Papierproduzenten haben ergeben,

dass der MwSt.-Satz nur in Kombination mit anderen Faktoren wie dem steigenden Umweltbewusstsein signifikante Ergebnisse zeigt, u.a. aber weil der Rezyklatanteil in vielen Bereichen wie Printprodukten traditionell bereits sehr hoch ist (Oosterhuis et al. 2008).

10.3.8.3 Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung

Grundsätzlich betreffen MwSt.-Differenzierungen drei unterschiedliche Akteursgruppen: die Produzenten (einschließlich der Importeure), die Einzelhändler und die Konsumenten. Da der Unternehmer die von ihm entrichtete Vorsteuer von seiner Umsatzsteuerschuld abziehen kann, wird im Endeffekt nur der Mehrwert besteuert, den er durch seine Tätigkeit der Ware hinzugefügt hat. Hauptsächlich Steuererbringer ist damit der Konsument, trotz dem die Steuer auch von den Unternehmen gezahlt werden muss (Bahn-Walkowiak et al. 2010).

Sekundärrohstoffe werden in aller Regel nicht vom Endkunden bezogen, sondern von der verarbeitenden Industrie. Diese ist aber vorsteuerabzugsberechtigt, so dass seitens dieser Branche nur geringfügige Effekte auf die Nachfrage nach Sekundärrohstoffen zu erwarten wären. Rechtlich sieht die Europäische Mehrwertsteuerrichtlinie bisher vor, dass nur Produkte, die „in weitgehendem Maße direkt an Endverbraucher erbracht werden“ (Richtlinie 1999/85/EG des Rates, Artikel 1, Unterabsatz 1) mit einem niedrigeren Satz besteuert werden dürfen, um eine Verzerrung des Wettbewerbs zwischen einzelnen Mitgliedstaaten zu verhindern.

Zu prüfen wäre jedoch eine Ermäßigung des Steuersatzes auf Sekundärrohstoffe bzw. Produkte, in denen Rezyklate eingesetzt werden, durch die Kopplung eines reduzierten MwSt.-Satzes an (hier exemplarisch) das Label Blauer Engel mit dem Ziel „Schützt die Ressourcen“ (vgl. zur Konkretisierung hierzu Kapitel 10.3.9).

10.3.8.4 Rechtliche Vorgaben

Sanden/Schomerus/Schulze (Sanden/Schomerus/Schulze 2012, 236, 384) haben in ihrer Studie für das Umweltbundesamt bereits dargelegt, dass es aus rechtlicher Sicht zulässig erscheint, einen ermäßigten Mehrwertsteuersatz für solche Produkte anzusetzen, die einen bestimmten Rezyklatanteil aufweisen. Wenngleich die Verwendung eines dritten Steuersatzes (neben dem Regelsteuersatz i.H.v. 19% und dem ermäßigten Steuersatz i.H.v. 7%, vgl. § 12 UStG) nach Art. 98 der EU-Mehrwertsteuerrichtlinie 2006/112/EG für die Lieferung von Gegenständen und Dienstleistungen gem. Anhang III europarechtlich möglich wäre, erscheint es doch wenig opportun, der Bundesregierung diesen Sonderweg vorzuschlagen. Leichter durchsetzbar erscheint es, eine sachbezogene Umsatzsteuerbefreiung (vgl. § 4 UStG mit 28 Ziffern) unter Aspekten des Ressourcenschutzes zu regeln. Dem stehen grundsätzlich weder grundrechtliche noch europarechtliche Bedenken entgegen. Jedoch weisen Sanden/Schomerus/Schulze (Sanden/Schomerus/Schulze 2012, 388) darauf hin, dass die Umsetzung anhand von allgemeinen ressourcenbezogenen Differenzierungskriterien erhebliche Probleme mit sich bringen würde, was auf die Verhältnismäßigkeitsprüfung der Eingriffsrechtfertigungen der Grundrechte (Art. 12 Abs. 1, 14 Abs. 1 sowie Art. 3 Abs. 1 GG) durchschlägt. Zwar lässt sich eine Steuerbefreiung bzw. -ermäßigung anhand eines Rezyklatanteils bei Kunststoffprodukten, die den Gegenstand dieser Studie bilden, recht eindeutig festmachen, jedoch sind auch hier Lebenszyklus- und Ökobilanzdiskussionen zu erwarten, die im Steuerrecht bisher so keine Beachtung gefunden haben.

10.3.8.5 Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung

Einige Studien kommen zu der Einschätzung (Copenhagen Economics 2007, 2008, CEP 2009), dass eine Differenzierung der MwSt. nur geringfügige bis gar keine Verschiebungen im Konsum zur Folge haben würde. Dabei ist allerdings zu beachten, dass sich diese Studien im Wesentlichen mit der Wirkung von reduzierten MwSt.-Sätzen auf energieeffiziente Produkte und Dienstleistungen befassen.

Zudem wird nur teilweise der Abbau ökologisch kontraproduktiver Vergünstigungen diskutiert. So ist nicht erstaunlich, dass Studien, die lediglich die Reduzierung der MwSt. für bestimmte Produktgruppen untersuchen, die Verluste bei den staatlichen Einnahmen und Wettbewerbsverzerrungen betonen. Andere Studien kommen zu einer positiven Einschätzung hinsichtlich der Wirkung auf Umwelt und Innovation (z.B. IVM 2008, FÖS 2008). Fast immer wird der Subventionscharakter von MwSt.-Ermäßigungen betont (z.B. ZEW 2004, UBA 2008, Peffekoven 2009).

Hinsichtlich der Effektivität von MwSt.-Erhöhungen und -Senkungen gibt es grundsätzlich keinen Zweifel, dass sie über die Warenpreise Auswirkungen auf die Nachfrage haben, allerdings kann das Verhältnis von Steuersatzerhöhung, Preisveränderung und veränderter Nachfrage von Produkt zu Produkt stark unterschiedlich ausfallen (Copenhagen Economics 2007). Es lässt sich zeigen, dass sich eine Veränderung der Einkaufspreise entlang der Wertschöpfungskette mehr oder weniger vollständig auf den Preis der Produkte für den Konsumenten durchschlägt („full pass through“). So hat eine Erhöhung des MwSt.-Satzes für Zeitschriften in Italien um 10 %-Punkte zu einer Erhöhung der Preise um 14 % geführt und die Senkung des MwSt.-Satzes auf Bücher in Schweden um 19 % Punkte zu einer Senkung der Preise um 12 % (Copenhagen Economics 2007). Es ist möglich, dass MwSt.-Erhöhungen auch zur Überkompensation und damit zu Preiserhöhungen führen.

Diese und weitere empirische Fälle bestätigen die Vermutung, dass die Effekte bei Steigerungen stärker ausfallen als bei Senkungen (asymmetrische Kreuz- Preiselastizitäten). Ein wichtiger Faktor für den Markteffekt ist auch die Wettbewerbsintensität bei den betroffenen Gütern: Bei hart umkämpften Märkten ist eine 100 %- Überwälzung auf die Konsumenten wahrscheinlicher als in monopolistischen Märkten. Dies liegt darin begründet, dass Wettbewerbsmärkte im Kostenoptimum arbeiten. Die Geschwindigkeit der Konsumentenpreisanpassung ist auch abhängig von der Kapitalintensität der Produktion. Ist zum Beispiel eine Erweiterung der Produktionskapazität mit hohen Kosten verbunden, wird eine Preissenkung deutlich langsamer an den Konsumenten weitergegeben. Auf der Nachfrageseite entscheidet die Preiselastizität über die Zusatzlast der Besteuerung durch verzerrte Preissignale: je sensibler die Nachfrage auf Preisänderungen reagiert, desto geringer sind die zu beobachtenden Preisänderungen – und damit die Preisverzerrungen in der Produktion.

10.3.8.6 Abschließende Bewertung

Vor dem Hintergrund dieser Diskussionen bestehen erhebliche Unsicherheiten, ob durch eine mehrwertsteuerliche Begünstigung von Produkten mit Recyclinganteilen zu einer signifikanten Steigerung der Marktanteile im Produktionsprozess beigetragen werden kann.

Der Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung (bvse 2009) fordert deshalb auch keine reduzierte MwSt. für Recyclingprodukte, sondern verbesserte Abschreibungsmöglichkeiten von Recycling-Anlagen, erhöhte Steuern auf Primärrohstoffe, Einsatz von Sekundärmaterialien (Rezyklatquote) bei öffentlichen Aufträgen z.B. im Bereich Rohre, Kabelschächte, Verschalungselemente, Rasengitter, Recyclingbaustoffe etc. Politisch ist der Punkt „MwSt. im Bereich Entsorgung und Recycling“ zudem sensibel, weil im Koalitionsvertrag (Bundesregierung 2013) die Abschaffung des „Mehrwertsteuerprivilegs“ der Kommunen vorgesehen ist.

Trotzdem könnte ein solches steuerliches Signal auch für die Hersteller Anreize setzen, Ressourceneffizienzpotenziale ihrer Produkte/Dienstleistungen auszuweiten – in diesem Fall speziell mit Blick auf den Einsatz von Sekundärkunststoffen. Eine Steigerung der Nachfrage nach „grünen“ Produkten könnte längerfristig zu innovatorischen Lernkurveneffekten führen. Wenn durch die Reduktion des MwSt.-Satzes ein Durchbruch vom Nischenmarkt zur Massenproduktion erreicht oder zumindest gefördert werden kann, führen Skaleneffekte zu weiteren dynamischen Preis- und Innovations-effekten („Porter Effect“, Porter / Van der Linde 1995).

Tabelle 45: Abschließende Bewertung Instrument 8

	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
Reduzierter MwSt. Satz für Produkte mit Rezyklatanteilen	++	++

Quelle: eigene Darstellung

10.3.9 Instrument 9: Weiterentwicklung von Umwelt-Labeln zum Einsatz von Rezyklaten als „Unterstützung informierter Kaufentscheidungen der Verbraucher“

10.3.9.1 Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte

Die Produktkennzeichnung (auch im Umweltbereich¹³³) ist ein in den entwickelten Industriegesellschaften bereits weit verbreitetes Instrument (Konrad/Scheer 2010, 148), das seit mehr als 30 Jahren angewendet wird. Die „Kennzeichnungslandschaft“ ist dementsprechend groß (Konrad/Scheer 2010, 7 ff.). Eine Studie der Corporate Sustainability Initiative des Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions der Duke University/USA aus dem Jahre 2010 kommt auf ca. 300-400 Ökolabels weltweit (Golden et al. 2010). Die nachfolgende Grafik zeigt einige von ihnen.

Abbildung 89: Auswahl Ökolabels



Ouelle: Gunther 2007

Wesentliches Ziel einer Produktkennzeichnung ist die indirekte Verhaltenssteuerung der Verbraucher (Roßnagel/Sanden 2007, 19). Indem verborgene Produkteigenschaften (sog. „credence goods“) offengelegt oder nicht so leicht erkennbare betont werden, wird dem Verbraucher eine Entscheidungshilfe bei der Produktauswahl gegeben (Konrad/Scheer 2010, 15; Roßnagel/Sanden 2007, 20). Dies wiederum kann das Kaufverhalten der Verbraucher beeinflussen (Konrad/Scheer 2010, 163) und damit eine vermehrte Produktion und Nutzung umweltschonender Produkte auf Herstellerseite bedingen (Roßnagel/Sanden 2007, 20). Diese (freiwillige) nachfragegetriebene Anpassung kann

¹³³ Davon abzugrenzen sind reine Qualitätslabels (nach der Norm DIN EN ISO/IEC 17065:2013), wie etwa das SKZ-Qualitäts-gütesiegel für Recyclingprodukte aus Kunststoff, vgl. Baulinks 2012.

schließlich Vorläufer von gesetzlich bindenden Festlegungen sein (Landmann 1998). Hiervon ist auszugehen, sobald sich die der Kennzeichnung zugrundeliegende Produktgestaltung als Stand der Technik branchenspezifisch etabliert hat und als allgemeiner Stand der Technik eingestuft werden kann.

Als mögliche Inhalte eines solchen informatorischen Instruments zur Änderung des Endverbraucher-verhaltens werden dabei „klare, einfache und präzise Informationen (...) über den Kunststoffgehalt eines Erzeugnisses und seine potenziell schädlichen Zusatzstoffe/Farbstoffe, deren Einfluss auf die Recyclingfähigkeit und die erforderlichen Schutzvorkehrungen für die Verwendung der Erzeugnisse“ genannt. Zwar bestehen bereits heute Informationssysteme zum Einsatz von Kunststoffen, „eine vollständige Produktinformation für den Verbraucher über die Art des Kunststoffes und seine Recyclingfähigkeit könnte über den Rahmen bestehender Systeme hinausgehen, damit den Verbrauchern beim Kauf eines Erzeugnisses aus Kunststoff ermöglicht wird, eine sachkundige Wahl zu treffen“ (Europäische Kommission 2013a).

Auch das Grünbuch Kunststoffabfälle der Europäischen Kommission sieht in der Weiterentwicklung von Labeln erhebliches Potenzial für die Schließung von Kunststoffkreisläufen. Hierbei werden sowohl Informationen zu Optionen für die stoffliche Verwertung kunststoffhaltiger Produkte als auch zu den eingesetzten Materialien gewünscht (siehe Abbildung 85 in Kap. 10.3.5.3).

10.3.9.2 Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen

Als Beispiel für eine besonders erfolgreiche Einführung von Produktlabeln gilt die Kennzeichnung von Spraydosen als „FCKW-frei“. Auf Empfehlung des Umweltbundesamtes wurde bereits 1978 beschlossen, eines der ersten Umweltzeichen, den „Blauen Engel“, für FCKW-freie Spraydosen (RAL-UZ3) einzuführen (UBA o.J.). Dies führte zu einer größeren Nachfrage nach Pumpsprays und einer Weiterentwicklung und Verbreitung dieser Technologie auf Herstellerseite. Im Jahre 1991 wurde so- dann die FCKW-Halon-Verbotsverordnung (FCKWHalonVerbV) auf Grundlage des Chemikalien- und Abfallgesetzes verabschiedet. Hiernach durften Kältemittel, die Stoffe enthalten, welche in dieser Verordnung aufgeführt sind, seit dem Jahre 1995 nicht mehr hergestellt bzw. vertrieben werden. Im Jahre 2006 wurde die FCKWHalonVerbV durch die Chemikalien-Ozonschichtverordnung (ChemOzon-SchichtV) abgelöst. Dies verdeutlicht das Potenzial von Produktkennzeichnungen, neue zukunftswei- sende Produktstandards zu definieren, die sich in gesetzlichen Auflagen manifestieren können (Landmann 1998, 51).

Ein konkretes Beispiel für den Einsatz von Umweltlabeln mit Blick auf den Einsatz von Rezyklaten ist das von der schwedischen Organisation TCO vergebene Auszeichnung „TCO Certified Edge Displays 2.0“ für Bildschirme. Mit Blick auf den global ansteigenden Anfall von Elektroaltgeräten und den da- mit verbundenen Ressourcenverbrauch wird dort u.a. eine Mindestrezyklatquote von 85% zur Erlan- gung des Labels definiert. Der Rezyklatanteil ist dabei zwingend durch Produktabfälle zu erfüllen („post-consumer recycled plastic that has already been used in existing products“), die zu erfüllende Quote bezieht sich auf alle Produktteile mit Ausnahme von „panels, electronic components, cables, connectors, PWBs, insulating mylar sheets and labels“, bei denen keine ökologisch sinnvolle Alter- native zum Einsatz von Primärkunststoff gesehen wird (vgl. TCO 2014, S. 5). Der das Label beantra- gende Hersteller muss dazu seine Lieferkette für Kunststoffe dokumentieren, auf Nachfrage TCO ge- genüber weitere Informationen bereitstellen und die folgende Tabelle (hier übersetzt) ausfüllen.

Abbildung 90: Dokumentationspflicht zum Nachweis von Kunststoffrezyklat

Die folgende Tabelle muss für alle Kunststoffteile mit einem Gewicht von über 5 Gramm ausgefüllt werden:

Name des Kunststoff-teils	Gewicht in Gramm	Kunststoff-typ	Name des Kunststoffherstellers	Name der Kunststoff-ausführung	Anteil recycelter Kunststoff

Quelle: eigene Darstellung, verändert nach TCO 2014

Einschränkend muss jedoch erwähnt werden, dass die Verleihung des Labels an die optionale Erfüllung von einem der drei folgenden Kriterien gebunden ist (TCO 2014, 3): „A.1. Minimum 85% recycled plastic content, A.2. Halogen free display oder A.3. Full Function Ergonomic display stand.“ Gleichzeitig müssen jedoch auch die üblichen TCO Certified Edge Kriterien erfüllt werden, die umfassende Vorgaben zu ökologischen und sozialen Aspekten machen, allerdings nicht in Bezug auf den Kunststoffeinsatz.

10.3.9.3 Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung

Ziel etwa des deutschen Umweltzeichens, des Blauen Engels, ist die Auszeichnung von Produkten und Dienstleistungen, „die besonders umweltfreundlich sind und darüber hinaus hohe Ansprüche des Gesundheitsschutzes erfüllen. Der Blaue Engel steht dabei für eine ganzheitliche Betrachtung der Umwelteigenschaften eines Produktes: Sie reicht von der Herstellung über den Gebrauch bis hin zur Entsorgung“ (UBA 2008). Das Umweltzeichen Blauer Engel¹³⁴, dessen Inhaber das Bundesministerium für Umwelt, Bau, Naturschutz und Reaktorsicherheit ist, zeichnet Produkte aus, die innerhalb einer Produktkategorie die jeweils höchste Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit aufweisen.

In dem 1984 eingerichteten Umweltzeichen „Produkte aus Recycling-Kunststoffen - RAL-UZ 30a, dessen aktuelle Vergabegrundlage eine Laufzeit bis Ende 2016 hat, sind aktuell (Stand Mai 2014) 85 Lizenzen für 60 Anbieter gelistet. Diese Produkte müssen einen Kunststoff-Rezyklatanteil von mindestens 80 % aufweisen. Hervorzuhebende Produkte auf dieser Liste sind u.a. Müllbeutel, Tragetaschen oder Kunststoffeimer aus LDPE-Rezyklat, Bodenschutzmatten aus PET-Rezyklat, Kunststoffpaletten aus PE/PP-Rezyklat sowie Büroprodukte aus PP- und PS-Rezyklat. Auffallend ist, dass abseits von Mörtelkübeln nur zwei Hersteller Produkte für den Bau- bzw. Landschaftsbaubereich anbieten. Während der eine u.a. Recyclingprodukte aus Polyolefinen, und zwar Produkte für Parkanlagen und Grünflächen (Bänke, Bankbohlen, Tische, Sandkästen, Blumenbeete/-kübel, Abfallbehälter, Zäune, Zaunlatten/-pfosten, Absperrungen, Unkrautteller, Poller, Komposter, Kinderbänke, Matschtische) anbietet, produziert der andere Entwässerungsrinnen aus PE/PP-Rezyklat.

Ergänzend zum freiwilligen staatlichen Kennzeichnungsprogramm der Blaue Engel ist zu überlegen, ob die Einführung einer verbindlichen Kennzeichnung von Produkten mit hohen Rezyklatanteilen sinnvoll ist. Grundsätzlich gilt, dass eine verbindliche Kennzeichnung den Vorzug vor einer freiwilli-

¹³⁴ Das Zeichen wird nicht staatlich vergeben, sondern von einer unabhängigen „Jury-Umweltzeichen“, die mit Repräsentanten aus verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen besetzt ist. Die Vergabeprüfung, der Zeichenbenutzungsvertrag und die Zeichenzuteilung erfolgt über die RAL GmbH, also privatrechtlich.

gen Kennzeichnung und die staatliche Kennzeichnung wiederum den Vorzug vor einer nichtstaatlichen Kennzeichnung bekommen sollte. Die Wirkung einer verbindlichen Kennzeichnung von Kunststoffprodukten mit hohem Rezyklatanteil wäre durchgreifender und würde überdies Einheitlichkeit und Rechtssicherheit in den dafür vorgesehenen (Produkt)Sektoren schaffen. Eine staatlicherseits vorgegebene Kennzeichnung wiederum hat den Vorteil, dass eine staatliche Trägerschaft eben als ein wichtiger Erfolgsfaktor interpretiert werden könne, weil damit die Unabhängigkeit des Labels von wirtschaftlichen oder Gruppeninteressen garantiert wird (Konrad/Scheer 2010, 149). Wichtig ist die möglichst genaue und zweifelsfreie gesetzliche Festlegung von Kriterien, um dem Verbraucher Sicherheit geben zu können. Schließlich sind Beschwerdemöglichkeiten bzw. Klagemöglichkeiten betreffend die Ablehnung der Zertifizierung vorzusehen. Auch die Finanzierung des Labels (Steuern, Gebühren, Abgaben, Mitgliedsbeiträge, Zuschüsse) und weitere organisatorische Fragen müssten geregelt werden.

10.3.9.4 Rechtliche Vorgaben

Zu untersuchen ist, ob die nationalen bzw. europäischen rechtlichen Grundlagen für die Etablierung und Anwendung eines solchen verbindlichen Siegels gegeben sind. Welche Ansatzpunkte für eine ggf. notwendige Weiterentwicklung des bestehenden Rechts sind zu identifizieren? Inwieweit wäre dabei übergeordnetes EU-Recht zu berücksichtigen? Vor diesem Hintergrund ist aus einer EU-weiten vergleichenden Perspektive der geltende nationale und EU-Rechtsrahmen (Wettbewerbsrecht, Lebensmittelrecht etc.) im Hinblick auf die notwendigen Anforderungen und Kriterien für eine mögliche Etablierung eines umfassenden Nachhaltigkeitssiegels zu analysieren. Ferner sind ggf. die Notwendigkeit neuer Rechtsetzungen oder -konkretisierungen auf nationaler und EU-Ebene aufzuzeigen.

Die staatlich vorgeschriebene Produktkennzeichnung in Deutschland in Gestalt der verbindlichen Kennzeichnung des Rezyklatanteils von Kunststoffprodukten muss mit unionsrechtlichen Vorgaben übereinstimmen. Insbesondere sind die Vorgaben zur Warenverkehrsfreiheit nach Art. 34 AEUV zu beachten. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die Bestimmungen des AEUV überhaupt anwendbar sind. Dies wäre dann der Fall, sofern das Produkt in einem anderen Mitgliedstaat der EU hergestellt wurde. Dann würde es sich um eine Gemeinschaftsware (Art. 29 AEUV) handeln und die Regelungen des AEUV würden Geltung erlangen. Eine Relevanz im Hinblick auf Art. 34 AEUV würde sich im Weiteren dann ergeben, wenn die Gemeinschaftsware bei Einfuhr nach Deutschland mit einer Kennzeichnungsverpflichtung belegt werden würde.

Das Verbot der mengenmäßigen Beschränkung und Maßnahmen gleicher Wirkung wäre somit auf diesen Fall anwendbar. Unter mengenmäßiger Beschränkung sind Maßnahmen, die die Einfuhr einer Ware hinsichtlich ihrer Menge, ihres Werts oder in zeitlicher Hinsicht begrenzen, beispielsweise Einfuhrverbote oder Kontingentierungen zu verstehen. Eine Maßnahme gleicher Wirkung ist jede mitgliedstaatliche Maßnahme, die geeignet ist, den Handel innerhalb der Gemeinschaft auch nur mittelbar zu behindern.¹³⁵ Kennzeichnungspflichten und Instrumente der indirekten Verhaltenssteuerung sind unter diesen Begriff zu subsumieren (Pastowski/Fischedick et al. 2007, 113).

Zu unterscheiden ist bei einer vorliegenden Beschränkung zwischen einer direkten Diskriminierung (ausdrücklicher Bezug auf Herkunft der Ware) und einer indirekten Diskriminierung (unterschiedliche Auswirkung auf inländische und ausländische Produkte). Zudem sind die unterschiedslos wirkenden Maßnahmen zu nennen. Direkte Diskriminierungen sind nur anhand ausdrücklich geregelter Rechtfertigungsgründe zu beurteilen (Art. 36 AEUV), während die Rechtsprechung für unterschiedslose Maßnahmen einen Kanon an weiteren Rechtfertigungsgründen entwickelt hat („zwingende Gründe

¹³⁵ EuGH, Urteil v. 11.07.1974, Slg. 1974, 837 Rn. 5 („Dassonville“).

des Gemeinwohls“¹³⁶). Zu den zwingenden Gründen des Gemeinwohls gehören unter anderem der Verbraucher-¹³⁷ und der Umweltschutz¹³⁸.

Kennzeichnungsverpflichtungen in Bezug auf den Ressourcenschutz durch Rezyklateinsatz knüpfen nicht explizit am Herkunftsort der eingeführten Ware an, sondern legen den Fokus auf die Art und Weise der Herstellung und mögliche Umweltbelastungen. Insofern wäre in diesem Fall eine mittelbare Diskriminierung anzunehmen, die aus zwingenden Erfordernissen des Gemeinwohls gerechtfertigt sein kann. Der Umweltschutz ist, wie oben bereits unter 9.3.1.4. ausgeführt wurde, im Zusammenhang mit der Cassis de Dijon-Entscheidung vom EuGH in verschiedenen weiteren nachfolgenden Urteilen als tauglicher Rechtfertigungsgrund genannt worden. Die EuGH-Rechtsprechung hat dabei die Nachhaltigkeit als Ausprägung des Umweltschutzes bisher nicht explizit erwähnt, jedoch ist er ein Anknüpfungspunkt etwa bei der Frage der Wiederverwendung von Verpackungsmaterialien (in Form des geringeren Primärmaterialeinsatzes), die der Pfandflaschensystem-Entscheidung des EuGH zu Grunde lag. Z.B. Die Einsparung von Rohstoffen als Ansatzpunkt des Umweltschutzes ist dem EuGH damit nicht fremd.

Sofern also in diesem Fall eine Produktkennzeichnung im Hinblick auf den Recyclinganteil von Kunststoffprodukten eingeführt werden sollte, so könnte dies gegen eine Unionsrechtswidrigkeit sprechen. Hinzu käme, dass die Kennzeichnung auch auf unionsrechtlicher Ebene ein milderes Mittel im Vergleich zu ordnungsrechtlichen Instrumenten (wie z.B. Abgabeverboten) darstellen würde. Demzufolge ist im Ergebnis davon auszugehen, dass nachhaltigkeitsbezogene Produktkennzeichnungen die Vorgaben des Art. 34 AEUV positiv erfüllen können.

10.3.9.5 Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung

Direkte Abschätzungen von Wirkungen eines solchen Instruments lassen sich kaum ableiten, ein solches Label würde eher indirekt wirken und kann z.B. als Voraussetzung für verstärkte Vorgaben für die öffentliche Beschaffung gesehen werden (vgl. Kapitel 10.3.10).

10.3.9.6 Abschließende Bewertung

Insgesamt kann die Anpassung bestehender Label (z.B. beim Blauen Engel) sowie die mögliche Entwicklung eines verpflichtenden Labels für Rezyklatanteile als ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Transparenz im Markt für Sekundärkunststoffe angesehen werden. Wie auch die Analysen von Arbeitspaket 1 und 2 gezeigt haben, ist der Einsatz von Sekundärkunststoffen in einzelnen Branchen oder Produkten kaum nachvollziehbar. Hier könnte ein solches Label dazu beitragen, konkrete Einsatzfelder aufzuzeigen, Qualitätsstandards zu etablieren und somit insgesamt zu einer Verbesserung der Marktbedingungen beizutragen.

Gleichzeitig ist jedoch zu berücksichtigen, dass bei der Vielzahl bereits am Markt vorhandener Label der Kommunikationseffekt nicht überschätzt werden sollte. Produktkennzeichnungen sollen Markttransparenz schaffen und sind darauf gerichtet, den Marktmechanismus auch in Bezug auf ökologische Anbieter- und Produktqualitäten zum Funktionieren zu bringen. Zur Erreichung dieses Zwecks sind Kennzeichnungen als effektiv einzustufen (Lübbe-Wolff 2001, 488). Zunächst müssen Kennzeichen vom Verbraucher aber überhaupt wahrgenommen werden können, um bei Kaufentscheidung und Nutzungsverhalten wirksam zu werden. Der gegenwärtig vorhandene Bestand an Kennzeich-

¹³⁶ EuGH, Urteil v. 20.02.1979, Slg. 1979, 649, Rn. 8 (“Cassis de Dijon”) ; wobei der EuGH die Unterscheidung selbst nicht konsequent durchhält und in einigen Fällen nicht-unterschiedsloser Maßnahmen die ungeschriebenen Rechtfertigungsgründe geprüft hat, vgl. Schon Schroeder 2003, Rn. 34.

¹³⁷ Ebenda, Rn. 8.

¹³⁸ EuGH, Urteil v. 20.09.1988, Slg. 1988, 4607 Rn. 8 ff. („Dänisches Pfandflaschensystem“).

nungssystemen ist jedoch bereits derart umfangreich, dass es für den Verbraucher eine Herausforderung darstellt, den Überblick zu behalten. Gerade der Verbraucher ist aber das alles entscheidende Glied in der Kette. Nur ein nachvollziehbares Kennzeichen kann sein Kaufverhalten entscheidend beeinflussen. Er muss in der Lage sein, die Botschaften der Label einordnen zu können.

Für den Verbraucher ist in der Regel kaum noch nachvollziehbar, welche konkreten Kriterien für einzelne Label erfüllt sein müssen – hier würde sich damit eher eine Weiterentwicklung des Blauen Engels empfehlen, bei dem mit Herstellern zu diskutieren wäre, wie der zur Zeit noch überschaubare Anwendungsbereich ausgeweitet werden könnte. Auch wenn wie dargestellt die verpflichtende Einführung eines Labels für Kunststoffrezyklate aus rechtlicher Perspektive durchaus umsetzbar ist, müsste hier auch im Einzelfall überprüft werden, welche Kosten damit jeweils verbunden wären und in welchen Anwendungsbereichen dieser Aufwand tatsächlich als verhältnismäßig einzuschätzen ist.

Tabelle 46: Abschließende Bewertung Instrument 9

	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
Weiterentwicklung Blauer Engel	+	+++
Verpflichtendes Label für Kunststoffrezyklateinsatz	++	++

Quelle: eigene Darstellung

10.3.10 Instrument 10: Vorgaben für die öffentliche Beschaffung mit Blick auf Rezyklateile

10.3.10.1 Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte

Aufbauend auf die Entwicklung von eindeutigen Kennzahlen zum Rezyklatanteil bei kunststoffhaltigen Produkten können Vorgaben für die öffentliche Beschaffung eine deutliche Steigerung der Nachfrage nach solchen Produkten bewirken und somit u.a. für die Hersteller das Risiko der Investition in solche Prozesse und Produkte reduzieren. Umweltzeichen können eine wichtige Rolle bei der Vergabe öffentlicher Aufträge spielen, insbesondere im Beschaffungsbereich. Schon in der Leistungsbeschreibung ist die Aufnahme technischer Spezifikation aus Umweltzeichen ausdrücklich erlaubt (vgl. z.B. § 8 Abs. 5 VOL/A-EG). Ein Unterschied zwischen nationalen Umweltzeichen (z.B. Blauer Engel, Nordischer Schwan), europäischem Umweltzeichen und anderen Umweltzeichen wird nicht gemacht. Voraussetzung für die vergaberechtliche Zulässigkeit ist die Vergabe des Umweltzeichens auf wissenschaftlichen Grundlagen, die Beteiligung interessierter Kreise (z.B. staatliche Stellen, Verbände, Industrie) sowie deren öffentliche Verfügbarkeit. Unter anderem das Programm zur Steigerung der Ressourceneffizienz der Bundesregierung verweist darauf, dass eine Beschaffungspolitik, die ökologische und innovationspolitische Aspekte mit einbezieht, als nachfrageseitiges Instrument ein großes Potenzial zur Unterstützung ressourceneffizienter Produkte und damit einer nachhaltigen Entwicklung bietet (Bundesregierung 2012, S. 46). Ansatzpunkte zur Integration von Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten in der öffentlichen Beschaffung gibt es beispielsweise mit der „Allianz für nachhaltige Beschaffung“, die 2009 zwischen Bund, Ländern und Kommunen ins Leben gerufen wurde, um den Anteil nachhaltiger Produkte und Dienstleistungen beim Einkauf der öffentlichen Hand deutlich zu erhöhen (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, 2011a, S. 4). Auch im Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit zur weiteren Ausrichtung der öffentlichen Beschaffung am Leitprinzip einer nachhaltigen Entwicklung wird festgehalten, dass „bei Ausschreibungen,

wo dies bereits möglich ist, die Kriterien des Umweltzeichens „Blauer Engel“ verwenden (werden sollen)“ (Staatssekretärsausschuss für nachhaltige Entwicklung, 2010). Angegliedert an das Beschaffungsamt des Bundesministeriums des Inneren wurde eine „Kompetenzstelle für nachhaltige Beschaffung“ eröffnet (Münch/ Jacob 2013). In einem Beschluss zu ProgRess hat der Deutsche Bundestag die Bundesregierung aufgefordert, „ihren Beschaffungsstellen zu empfehlen, die Leistungsbeschreibung in der öffentlichen Beschaffung verstärkt an der Nutzung ressourceneffizienter Produkte und Dienstleistungen auszurichten.“ (Bundestag Drucksache 17/8575).

Bisher existieren jedoch nur für ausgewählte Bereiche verbindliche Vorgaben für die Berücksichtigung von Umweltkriterien (z.B. bei Energieeffizienz oder Holz). Es zeigt sich in der Praxis, dass diese weitestgehend als „Kann-Regelung“ formulierten Vorgaben auf zahlreiche Hindernisse stoßen: Ein wesentliches Hemmnis ist beispielsweise die Tatsache, dass öffentliche Beschaffungen nach wie vor oft auf dem Kaufpreis anstatt auf den Gesamtbetriebskosten basieren. Letzteres führt häufig dazu, dass „grüne“ Alternativen im Einkauf deutlich teurer abschneiden und dadurch benachteiligt werden (Hansen/ Kaysen 2013), auch wenn laut Gesetz das insgesamt wirtschaftlichste Angebot auszuwählen ist. Laut einer Befragung von PriceWaterhouseCoopers et al. 2009 werden in Deutschland zwar bereits 46 % der öffentlichen Auftragsvergabe umweltfreundlich gestaltet – und damit deutlich mehr als im EU-Durchschnitt von 17% (PWC et al., 2009, S. 34) – trotzdem bestehen hier insbesondere für Kunststoffe noch erhebliche Steigerungspotenziale.

10.3.10.2 Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen

Positive Erfahrungen mit Vorgaben für die öffentliche Vergabe zum Sekundärkunststoffanteil bestehen u.a. in Großbritannien. Dort werden bei der öffentlichen Auftragsvergabe konkrete verpflichtende Rezyklatquoten gesetzt. In Schottland sind davon mindestens 90 % aller öffentlichen Projekte im Baubereich sowie bei der Papierbeschaffung betroffen. Bei Bauprojekten mit einem Gesamtwert von mindestens 1 Million Britischer Pfund liegt der verpflichtende Anteil an wiederverwerteten Materialien bei mindestens 10 % - dies gilt auch für sämtliche kunststoffhaltige Produkte. Für den Druckbereich werden hingegen mindestens 50 % wiederverwertete Materialien angegeben, während für Tissuepapier/ Hygienepapier (Papierhandtücher, Toilettenpapier) der Anteil bei 100 % liegt (WRAP n.d., S. 8). In Nordirland liegt der vorgeschriebene Recyclinganteil bei öffentlichen Bauprojekten bei mindestens 10 % (DFP 2006, S. 2). Ein ähnliches Ziel wurde auch in Wales vorgeschrieben (ETC/SCP 2013, S. 24).

Die Definition von Vorgaben impliziert deren Überprüfung bzw. Nachweis inwieweit die gesetzten Ziele tatsächlich erreicht wurden. Auf Grundlage der Erfahrungen im Vereinigten Königreich hat das Waste & Resources Action Programme (WRAP) 2009 einen Leitfaden zur Einrichtung von Recyclingvorgaben veröffentlicht. Der Nachweis sollte demnach anhand weniger (5-10) Produktkategorien erfolgen. Dazu ist es notwendig, dass bereits bei der Ausschreibung und Planungsphase die jeweiligen Produktkategorien zwischen den Projektpartnern abgestimmt werden. Allgemein betrachtet kann der Nachweis über das Projektmonitoring im Laufe der einzelnen Projektphasen erfolgen. Als Beispiele nennt WRAP etwa Rechnungen oder Lieferscheine, die Informationen zu den enthaltenen Recyclinganteilen liefern können (WRAP 2009, S. 25).

10.3.10.3 Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung

Mit Blick auf die in Kapitel 8 identifizierten Potenziale sind unterschiedliche Ansätze vorstellbar, den allgemeinen Ansatz von Umweltvorgaben für die öffentliche Beschaffung zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen zu nutzen. Grundsätzlich bietet der Blaue Engel und seine Anpassung bereits heute die Möglichkeit, den Einsatz von Sekundärkunststoffen gezielt zu steigern. Mit dem im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Ansatz eines verpflichtenden Labels ließe sich der Sekundärkunststoffanteil noch deutlich gezielter fördern. Hierzu bedarf es jedoch auch einer entsprechenden Sensibilität bei den für die öffentliche Beschaffung zuständigen Stellen. Ein Ansatz wäre daher,

die in der folgenden Abbildung dargestellte Kampagne der Bundesregierung über das Thema Recyclingpapier hinaus auch auf Kunststoffe auszuweiten.

Abbildung 91: Kampagne der Bundesregierung über das Thema Recyclingpapier



Quelle: www.gruener-beschaffen.de

Hier ergäben sich auch Querbezüge zum Thema Imagekampagne „Kunststoff einen Wert geben“ (vgl. Kapitel 10.3.5), um das Thema auch in der öffentlichen Wahrnehmung zu stärken. Basierend auf den Erfahrungen in England wäre ein mögliches Instrument die Entwicklung einer Liste mit „quick wins“ – Produkten, bei denen Vorgaben für den Sekundärkunststoffanteil mit signifikanten ökologischen (und möglicherweise auch ökonomischen) Vorteilen verbunden wäre und entsprechende Produkte am Markt verfügbar sind. Auf diese Weise wird den Beschaffungsstellen ein sehr effektives Instrument in die Hand gegeben, um einen Einstieg in das Thema zu finden. Gleichzeitig kann eine solche Liste kontinuierlich aktualisiert und erweitert werden.

Ein zweiter konkreter Ansatz mit Blick auf die erheblichen Potenziale im Baubereich wäre die Aufnahme von Mindestzyklusquoten für Kunststoffe in den Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“: „Der Leitfaden Nachhaltiges Bauen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) erläutert zum einen allgemeingültige Grundsätze und Methoden für das nachhaltige Planen, Bauen, Betreiben und Nutzen von Gebäuden und Liegenschaften. Er richtet sich somit sowohl an die Planungs- und Bauphase von Neubau- wie auch Bestandsbaumaßnahmen als auch an die Nutzungsphase bzw. Betriebsphase bestehender Gebäude. Der Leitfaden dient zum anderen auch als Arbeitshilfe für die Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsaspekte über den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden und Liegenschaften.“ (BMVBS 2013, S. 14). Konkret wäre zu prüfen, wie Angaben zu Sekundärrohstoffanteilen in die Datenbank Ökobau.dat integriert werden können.

Basierend auf den Erfahrungen in England schlägt WRAP Vorgaben für den öffentlichen Bausektor vor, die sich am Wert der eingesetzten Materialien orientieren. Dabei wird ein Sekundärrohstoffanteil von 10-15% als einfach erreichbar, ein Wert von 30% als ambitioniert bezeichnet (WRAP 2009). Die nachfolgende Tabelle zeigt ein Rechenbeispiel, wie sich solche wertbasierten Sekundärrohstoffanteile auf Basis verfügbarer Angaben bestimmen lassen.

Tabelle 47: Rechenbeispiel zur Bestimmung wertbasierter Sekundärrohstoffanteile

Teil	Menge	Materialkosten (exkl. Personalaufwand)	Materialwert	Recycelter Anteil in Gewichts-%	Recycelter Anteil in £
Ziegel	2.000	£250/1.000	£500	15%	£75
Dichter Block	50m ²	£8/m ²	£400	50%	£200
Gipskarton	50m ²	£2/m ²	£100	80%	£80
Dämmung	20m ²	£10/m ²	£200	80%	£160
Type I fill*	100m ²	£10/m ²	£1.000	100%	£1.000
Andere			£2.000	0%	£0
Total in £			£4.200		£1.515
Total in %					36% (£1.515/ £4.200)

*Typ I fill ist gebrochenes Gesteinsmaterial, dass in dem Projekt aus Bauabfällen hergestellt wurde. Daher besteht es zu 100% aus recyceltem Material; die Kosten wurden entsprechend dem Marktpreis angenommen.

Quelle: eigene Darstellung, verändert nach WRAP 2013

10.3.10.4 Rechtliche Vorgaben

In ihrer Studie für das Umweltbundesamt haben 2012 Sanden/Schomerus/Schulze (Sanden/Schomerus/Schulze 2012, 226 ff.) die rechtlichen Vorgaben für eine Berücksichtigung von Ressourcenschutzaspekten bei der öffentlichen Beschaffung im Detail dargestellt, so dass sich die hier anzustellende Prüfung auf Neuerungen und zwischenzeitlich eingetretene rechtliche Entwicklungen konzentrieren kann.

Seit der Modernisierung des deutschen Vergaberechts¹³⁹ im Jahr 2009 können Umwelt- und Nachhaltigkeitskriterien grundsätzlich in Ausschreibungen der öffentlichen Hand aufgenommen werden, eine Pflicht dafür besteht jedoch (noch) nicht. Nach § 97 Abs. 4 S. 2 GWB wurde der Umweltschutz als Vergabekriterium verankert. Soweit also das GWB angesichts der EU-Schwellenwerte zur Anwendung kommt (seit 1.1.2014 siehe die für die Mitgliedstaaten unmittelbare VO EU 1336/2013 v. 13.12.2013, ABl EU L 335/17), kann nach den Vorgaben des § 97 Abs. 4 GWB vorgegangen werden. Umweltaspekte sind danach im Rahmen des Gebots einer wirtschaftlichen Beschaffung (s. § 97 Abs. 5 GWB) nur dann verpflichtend zu berücksichtigen, wenn Mehrkosten in der Nutzung z.B. durch Energieverbrauch vermieden werden. Der Einsatz von Sekundärkunststoffen führt jedoch in vielen Fällen nicht zu Kosteneinsparungen; hier liegt ein grundsätzlicher Unterschied etwa zur Energieeffizienz, die in vielen Fällen höhere Anschaffungskosten durch Einsparungen während der Nutzungsphase kompensiert. Dagegen muss sich das umfassende Ziel einer ressourceneffizienten Beschaffung innerhalb eines Katalogs von „Zielen der öffentlichen Beschaffung“ verorten, namentlich das Gebot der

¹³⁹ Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. Juni 2013 (BGBl. I S. 1750, ber. S. 3245), zuletzt geändert durch Gesetz vom 21.7.2014 (BGBl. I S. 1066).

Wirtschaftlichkeit, Energieeffizienz, Innovationsorientierung oder die Einhaltung von sozialen Mindeststandards bei der Herstellung der zu beschaffenden Güter“ (Münch/Jacob 2013)

In der o.g. Studie von Sanden/Schomerus/Schulze (Sanden/Schomerus/Schulze 2012, 342 ff.) wurden Möglichkeiten einer noch stärkeren Verankerung von Ressourcenschutzaspekten in das deutsche Vergaberecht, insbesondere in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift, einer detaillierten rechtlichen Prüfung (insbes. Grundrechte und die Vereinbarkeit mit dem Unionsrecht) unterzogen, auf die hier verwiesen werden kann. Die Autoren (Sanden/Schomerus/Schulze 2012, 347) kommen zum Ergebnis, dass der Weiterentwicklung des Vergaberechts (§ 97 Abs. 4 GWB sowie der Verdingungsordnungen) keine rechtlichen Hindernisse entgegenstehen. So könnte die unterhalb der EU-Schwellenwerte zur Anwendung kommende Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen (AVV-EnEff¹⁴⁰), die bereits ein hohes Anspruchsniveau an die Energieeffizienz formuliert, thematisch unter Erweiterung des Titels auch auf Ressourcenschutzaspekte (Kunststoffrecycling/Rezyklateinsatzquote) erweitert werden.

Inzwischen ist mit dem Inkrafttreten des Kreislaufwirtschaftsgesetzes die bisherige abfallrechtliche Norm des § 37 KrW/-AbfG durch § 45 KrWG ersetzt worden. Wesentliche materielle Änderungen haben sich für das Optimierungsgebot im Hinblick auf den vermehrten Einsatz von Rezyklaten dadurch aber nicht ergeben. Nach § 45 Abs. 1 Satz 2 Nr. 1 KrWG soll der Bund darauf hinwirken, dass

„1. Erzeugnisse eingesetzt werden können, (...) c) die durch Vorbereitung zur Wiederverwendung oder durch Recycling aus Abfällen hergestellt worden sind“,

Wie die in öffentlichen Verwaltungen inzwischen weithin übliche Beschaffung von Recyclingpapier zeigt, kann der Beschaffungsfokus durchaus auf Erzeugnisse aus Abfällen zur Verwertung gelegt werden. Wegen der Bindung des Bundes an das Haushaltsrecht (vgl etwa § 6 Abs 1 HGrG) ist der Bund bei seiner Erfüllung seiner Vorbildfunktion aus § 45 KrWG aber an das Wirtschaftlichkeitsgebot und die anderen Vergaberegeln (s.o.) gebunden.

Auf der EU-Ebene erfolgte die Modernisierung des EU-Vergaberechts in Gestalt von nunmehr insgesamt drei Richtlinien (in Kraft seit 17.4.2014):

- ▶ Richtlinie über die Vergabe öffentlicher Aufträge (RL 2014/24/EU, ersetzt die bisherige Vergabekoordinierungsrichtlinie 2004/18/EG),
- ▶ Richtlinie über die Vergabe von Aufträgen durch Auftraggeber im Bereich der Wasser-, Energie- und Verkehrsversorgung sowie der Postdienste (Sektoren-Richtlinie, RL 2014/25/EU, ersetzt Richtlinie 2004/17/EG),
- ▶ Richtlinie über die Konzessionsvergabe (neue Konzessions-Richtlinie, RL 2014/23/EU).

Ziele der Novellierung des EU-Vergaberechts ist es u.a., strategische Aspekte zur Erreichung der Europa 2020-Ziele (insbes. soziale und umweltpolitische Ziele) stärker in den Vergabeverfahren zu berücksichtigen. Hierzu wurden in die Richtlinie über die Vergabe öffentlicher Aufträge 2014/24/EU¹⁴¹) die Umweltaspekte konkretisiert. Erwägungsgrund 75 der Richtlinie legt nahe, dass „öffentliche Auftraggeber, die beabsichtigen, Bauleistungen, Lieferungen oder Dienstleistungen mit spezifischen umweltbezogenen, sozialen oder sonstigen Merkmalen zu erwerben, sollten auf bestimmte Gütezei-

¹⁴⁰ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen (AVV-EnEff) vom 17.1.2008 (BAnz. S. 198), zuletzt geändert durch VO vom 16.1.2013 (BAnz AT 24.01.2013 B1).

¹⁴¹ Vom 26.2.2014, ABl. Nr. L 94/65 vom 28.3.2014.

chen Bezug nehmen können, wie etwa das europäische Umweltzeichen, (multi)nationale Umweltzeichen oder andere Gütezeichen, sofern die Anforderungen für den Erwerb des Gütezeichens einen Bezug zum Auftragsgegenstand – wie der Beschreibung der Ware und ihrer Präsentation, einschließlich Anforderungen an die Verpackung – aufweisen“ (vgl. Art. 43 der RL) Nach Erwägungsgrund 88 sollten „öffentliche Auftraggeber (...) verlangen können, dass während der Ausführung eines öffentlichen Auftrags Umweltmanagementmaßnahmen oder -regelungen angewandt werden (vgl. Art. 62 der RL). Bei den Zuschlagskriterien (Art. 67), die auf das wirtschaftlichste Gebot abzielen, können umweltbezogene Aspekte bei der Feststellung des Preis-Leistungs-Verhältnisses berücksichtigt werden. Neu in der Richtlinie ist die ausdrückliche Verpflichtung der Vergabestelle, Lebenszykluskostenrechnungen (Art. 68) anzustellen. So sind die späteren Recyclingkosten nach Nutzung ausdrücklich genannt (Art. 68 Abs. 1 a iv). Der Rezyklateinsatz bei Kunststoffen ist demgegenüber nicht ausdrücklich erwähnt.

Die neuen EU-Vergaberichtlinien sind bis April 2016 in deutsches Recht umzusetzen.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) hat hierzu am 30.04.2015 den Entwurf einer 9. Novelle des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB-Novelle)¹⁴² vorgestellt, der sich schwerpunktmäßig mit der Anpassung des deutschen Vergaberechts an die genannten neuen Vorgaben des EU-Rechts befasst. So soll der Vierte Teil des GWB (§§ 97 ff.) neu gefasst werden. Die umweltbezogenen Aspekte können nunmehr in allen Phasen, d.h. von der Definition der Leistung über die Festlegung von Eignungs- und Zuschlagskriterien bis hin zur Vorgabe von Ausführungsbedingungen, einbezogen werden. § 97 Abs. 3 GWB-E sieht vor, dass „bei der Vergabe (...) umweltbezogene Aspekte (...) nach Maßgabe dieses Teils berücksichtigt“ werden.

In der Begründung des Referentenentwurfs zu § 97 Abs. 3 GWB-E (BMWi 2015, 81) wird aber auch deutlich, dass man offenbar keine Notwendigkeit sah, zwingende Umwelt-Vorgaben bei der Definition der Leistung einzuführen, wie sie bei der Beschaffung energieverbrauchsrelevanter Waren oder bei der Berücksichtigung der Belange von Menschen mit Behinderung vom öffentlichen Auftraggeber schon jetzt zu beachten sind.

Ferner sieht insbesondere § 127 Abs. 1 S. 4 GWB-E nunmehr vor, dass bei der Erteilung des Zuschlags, der „auf das wirtschaftlichste Angebot erteilt“ wird, zur Ermittlung des besten Preis-Leistungs-Verhältnisses „neben dem Preis oder den Kosten auch qualitative, **umweltbezogene** (Herv.d.d.Verf.) oder soziale Aspekte berücksichtigt werden“ können. Die Begründung des Regierungsentwurfs (BMWi 2015, 129 f.) betont: „Erstmals wird dabei auf gesetzlicher Ebene klargestellt, dass bei der Leistungsbewertung auch zusätzliche Kriterien wie etwa qualitative, umweltbezogene, innovative oder soziale Aspekte Berücksichtigung finden können. Zwar ist es auf der Grundlage des besten Preis-Leistungs-Verhältnisses auch künftig zulässig, den Zuschlag allein auf das wirtschaftlich günstigste Angebot zu erteilen. Der öffentliche Auftraggeber wird jedoch – insbesondere bei der Beschaffung von nichtmarktüblichen, nicht standardisierten Leistungen – seine Vergabeentscheidung in der Regel auf weitere Zuschlagskriterien wie z.B. Qualität, Zweckmäßigkeit, technischer Wert, Lieferfrist oder Ausführungsdauer stützen. Soziale Aspekte, wie etwa die Förderung der sozialen Integration von benachteiligten Personen und positive Umwelteigenschaften (z.B. Klima- und Energieeffizienzeigenschaften) der Leistung können dabei vom öffentlichen Auftraggeber ebenfalls als Zuschlagskriterium vorgegeben werden.“

Wichtig für die Umsetzbarkeit strategischer Ziele wie die Förderung des Kunststoffrecyclings ist die in § 127 Abs. 3 GWB-E vorgesehene weite Definition des Auftragsbezugs: Der soll in Umsetzung des

¹⁴² Entwurf eines Gesetzes zur Modernisierung des Vergaberechts (Umsetzung der EU-Vergaberichtlinien 2014) (Vergaberechtsmodernisierungsgesetz – VergModG).

Artikels 67 Absatz 3 der Richtlinie 2014/24/EU, so die Begründung des Referentenentwurfs (BMWi 2015, 130) „künftig auch dann angenommen werden kann, wenn sich das Kriterium auf ein beliebiges Stadium im Lebenszyklus der Leistung bezieht. Dies kann insbesondere Prozesse der Herstellung, Bereitstellung oder Entsorgung der Leistung betreffen (...). Dabei müssen sich solche Kriterien nicht zwingend auf die materiellen Eigenschaften des Auftragsgegenstandes auswirken. Künftig kann somit ein zu beschaffendes Produkt, das aus fairem Handel stammt, im Rahmen der Zuschlagswertung mit einer höheren Punktezahl versehen werden als ein konventionell gehandeltes Produkt. Damit steigen dessen Chancen, auch bei einem höheren Angebotspreis den Zuschlag zu erhalten. Gleiches gilt nach dem Erwägungsgrund 97 der Richtlinie 2014/24/EU z.B. für Kriterien, wonach zur Herstellung der zu beschaffenden Waren keine giftigen Chemikalien verwendet werden dürfen, oder dass die auszuführenden Dienstleistungen unter Einsatz energieeffizienter Maschinen erbracht werden.“ Das bedeutet für das Kunststoffrecycling, dass etwa Produkte mit einem Rezyklatanteil höher bewertet werden können als solche ohne Rezyklatanteil.

Mit der neuen Fassung des § 127 GWB-E wird Artikel 67 der Richtlinie 2014/24/EU umgesetzt. Insbesondere kommt es nun mit dem Blick auf den Ressourcenschutz bzw. auf das Kunststoffrecycling auf die weitere Konkretisierung der Vorschriften zum Zuschlag auf der Ebene der Rechtsverordnung an. So könnten Vorgaben für die Beschaffung von Recyclingprodukten in die für Vergaben oberhalb der EU-Schwellenwerte geltende Verordnung des Bundes über die Vergabe öffentlicher Aufträge¹⁴³ aufgenommen werden, um in Leistungsbeschreibungen oder technischen Spezifikationen leichter Rezyklatanteile für Kunststoffprodukte fordern zu können.

Zu erwähnen sind schließlich die Möglichkeiten des öffentlichen Auftraggebers, in Ausführungsbedingungen Umwelanforderungen zu stellen (§ 128 Abs. 2 GWB-E) sowie Verstöße gegen Umweltvorschriften durch den Auftragnehmer bei der Ausführung öffentlicher Aufträge als fakultativen Ausschlussgrund zu bewerten (§ 124 Nr. 1 GWB-E). Die beiden genannten Vorschriften haben für das Kunststoffrecycling insoweit Relevanz, als sie die Einhaltung kreislaufwirtschaftsrechtlicher Anforderungen sichern helfen.

10.3.10.5 Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung

Auch für dieses Instrument können nur überschlagartige Schätzungen für mögliche Wirkungen auf den Einsatz von Sekundärkunststoffen vorgenommen werden, da die spezifischen Auswirkungen stark von der konkreten Umsetzung abhängen. Grundsätzlich wird der öffentlichen Beschaffung, wie dargestellt, ein erhebliches Potenzial zur Förderung ressourceneffizienter Produkte beigemessen – mit ca. 16 % des jährlichen BIP verfügt die öffentliche Hand über eine enorme Marktmacht, die auf Seiten der Hersteller die Entwicklung innovativer Produkte oder zumindest Anpassung bestehender Produkte rechtfertigen könnte, hier konkret in Form der Erhöhung von Sekundärkunststoffanteilen.

Der Fokus auf den Blauen Engel alleine wird dabei angesichts der zurzeit noch sehr begrenzten Produktpalette mit verbindlichen Sekundärkunststoffanteilen kaum eine relevante zusätzliche Nachfrage entwickeln können. Die Einführung eines verbindlichen Labels ist wie dargestellt an deutlich höhere Voraussetzungen gebunden, könnte aber z.B. im Bereich der Elektronikgeräte einen deutlichen Entwicklungsschub bewirken. Für den Baubereich ergäben sich ebenfalls signifikante Steigerungspotenziale. Insgesamt erscheint jedoch der Ansatz über sogenannte „quick win“ Listen als Einstieg angebracht, um das Thema längerfristig zu verankern und die jeweils verantwortlichen Akteure

¹⁴³ Vergabeverordnung (VgV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 11.2.2003 (BGBl. I S. 169), zuletzt geändert durch VO vom 15.10.2013 (BGBl. I S. 3854).

für die ökologischen und ökonomischen Vorteile des Sekundärkunststoffeinsatzes zu sensibilisieren. Hiermit würde insbesondere auch den immer wieder als wesentliches Hemmnis genannten Rechtsunsicherheiten auf Seiten der Beschaffer begegnet, wenn für eine begrenzte Auswahl an Produkten oder Produktgruppen klare Handlungsempfehlungen bestehen würden (Knopf et al., 2011).

10.3.10.6 Abschließende Bewertung

Die öffentliche Beschaffung kann insgesamt als ein potentiell sehr wirksames Instrument zur Förderung ressourceneffizienter Produktions- und Konsummuster angesehen werden, u.a. auch mit Blick auf den Einsatz von Sekundärkunststoffen. Angesichts der langjährigen Diskussionen um eine konkrete Umsetzung und den bisher häufig ernüchternden Ergebnissen in der Praxis sind jedoch verschiedene Hemmnisse zu berücksichtigen, die jenseits der konkreten Fragestellung Sekundärkunststoffe adressiert werden müssten.

Als ein wesentliches Hemmnis für die eine rechtsverbindliche Vorgabe der Berücksichtigung von Umweltaspekten muss dabei auch der föderale Verwaltungsaufbau in Deutschland berücksichtigt werden: „Kommunen und Länder – die zugleich den größten Anteil am gesamten Beschaffungsvolumen haben stehen verbindlichen Regelungen genauso skeptisch gegenüber wie Akteure, die die Wirtschaftlichkeit der Beschaffung in den Vordergrund stellen.“ In diesem Zusammenhang ist auch auf die Zersplitterung der Beschaffungslandschaft mit ca. 30.000 Beschaffungsstellen hinzuweisen, weshalb Wissen und Erfahrungen häufig nicht ausreichend weitergegeben werden (vgl. Knopf et al. 2011).

Eine Pflicht dafür besteht jedoch nicht. Umweltaspekte sind im Rahmen des Gebots einer wirtschaftlichen Beschaffung nur dann *verpflichtend* zu berücksichtigen, wenn Mehrkosten in der Nutzung z.B. durch Energieverbrauch vermieden werden. Ein spezielles Problem der ressourceneffizienten Beschaffung liegt in den Mehrkosten, die u.U. für die Beschaffer entstehen. Anders als bei energieeffizienter Beschaffung hat der Nutzer keinen unmittelbaren Vorteil. Während sich bei energieeffizienten Produkten ein höherer Anschaffungspreis während der Nutzungsphase ggf. amortisiert bzw. sich sogar Einsparpotenziale ergeben, ist dies bei ressourceneffizienten Produkten nur in Ausnahmefällen der Fall.

Tabelle 48: Abschließende Bewertung Instrument 10

	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
Orientierung am Blauen Engel Kunststoffzyklus	+	++
Aufnahme von Standards zum Nachhaltigen Bauen	++	++

Quelle: eigene Darstellung

10.3.11 Instrument 11: Verbesserung der Recyclingfähigkeit

10.3.11.1 Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte

Als ein wesentliches weiteres Hemmnis für die Schließung von Kunststoff-Kreisläufen wurde die zunehmende Komplexität kunststoffhaltiger Produkte identifiziert, bei der durch eine stetig ansteigende Anzahl unterschiedlicher Kunststoffsorten und anderer Materialien eine sortenreine Erfassung und Trennung trotz technischer Innovationen in diesem Bereich zunehmend erschwert wird. In der Regel ergibt sich am Ende dieser Prozesse eine Kunststoffmischfraktion, deren stoffliche Verwertung nur in Ausnahmefällen ökonomisch rentabel durchzuführen ist.

Abbildung 92 zeigt eine Übersicht der wichtigsten Unverträglichkeiten verschiedener Kunststoffe und anderer, vor allem im Verpackungsbereich eingesetzter Rohstoffe, die einem werkstofflichen Recycling entgegenstehen. Von der Recyclingpraxis wird dabei insbesondere auf Probleme bei der Kombination von PET und PVC sowie beim Einsatz von Aluminium (z.B. bei Beschichtungen oder Verschlüssen) verwiesen (vgl. Colina-Caro 2014, S. 8).

Abbildung 92: Unverträglichkeiten beim Recycling kunststoffhaltiger Produkte

	Nebenbestandteil								
	HDPE	LDPE	PP	PVC	PS	PET	Papier	Stahl	Aluminium
Hauptbestandteil	HDPE			X	X	X	X	X	X
	LDPE			X	X	X	X	X	X
	PP			X	X				
	PVC					X			
	PS					X			
	PET			X	X			X	X
	Papier	X	X	X	X			X	X
	Aluminium	X	X	X	X	X	X	X	

Quelle: eigene Darstellung, verändert nach Colina-Caro 2014

Ansatzpunkt des Instruments ist daher die Entwicklung von Design-Standards für kunststoffhaltige Produkte, die ihre werkstoffliche Recyclingfähigkeit erhöhen bzw. grundsätzlich sicherstellen sollen. Im Rahmen der Konsultation zum Grünbuch Kunststoffabfälle wurden Designaspekte als ein wesentliches Element für die Verbesserung von Kunststoffkreisläufen genannt. Dabei wurde zum einen auf den Einsatz von Additiven verwiesen, zum anderen aber auch die Anzahl und Verwendung unterschiedlicher Kunststoffsorten: Zahlreiche Stakeholder, darunter auch das niederländische Umweltministerium befürworteten Vorgaben zur Mono-Verwendung von Kunststoffen: „(...) the number of elements or components which make up the product should be reduced“ (BIOIS 2013, S. 52).

Auch das Europäische Parlament hat in seinem Beschluss vom 14. Januar 2014 zu einer Europäischen Strategie „Plastic waste in the environment“ darauf hingewiesen, dass bis 2020 umwelt- und gesundheitsgefährdende Substanzen in Kunststoffprodukten verboten werden sollten, ebenso „Substances that can also make recycling processes more difficult, should be phased out of the market or banned outright, as soon as possible before 2020 in order to develop a market for reused and recycled materials, (...)“. In diesem Zusammenhang sollen auch konkrete Kriterien entwickelt werden, die zu einem Ersatz von Einweg-Produkten oder besonders kurzlebigen kunststoffhaltigen Produkten durch längerlebige Materialien/ Produkte beitragen.

Als ein möglicher Ansatzpunkt für solche Regelungen wird immer wieder die Ökodesign-Richtlinie genannt. Basierend auf den Erfahrungen zur Regulierung des Marktzugangs für energieverbrauchende Produkte ist hier zum einen festzustellen, dass sich dieser Prozess noch über Jahre hinwegziehen wird, zum anderen, dass angesichts der unüberschaubaren Vielzahl von Kunststoffsorten und kunststoffhaltigen Produkten eine umfassende Regulierung nicht realistisch erscheint. Es scheint daher für eine kurz- und mittelfristige Verbesserung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen vielversprechender, Branchenprozesse anzustoßen, die an den ökonomischen Interessen sowohl der kunststoffverarbeitenden Industrie als auch der Verwerter ansetzen.

10.3.11.2 Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen

Als ein Beispiel für die erfolgreiche Umsetzung eines solchen Branchenprozesses können dabei insbesondere die Design-Leitlinien der European PET Bottle Platform gelten. Diese Leitlinien wurden in einem gemeinsamen Prozess mit anerkannten Experten aus der PET-Flaschen-Industrie, der Kunststoffindustrie sowie der Recyclingbranche entwickelt und sollen dazu beitragen, bereits in der Design-Phase Aspekte der werkstofflichen Recyclingfähigkeit zu berücksichtigen. „Then again, the ease with which you can separate and recycle PET bottles can be compromised by many factors including the choice of bottle colour, barrier systems, use of additives, closures composition and labels.“ (EPBP o. J.) Ausgangspunkt der Entwicklung war die Feststellung, dass eine Betrachtung dieser Aspekte nur ganz zu Beginn des Design-Prozesses sinnvoll sein kann – nachträglich zu berücksichtigende Umweltvorgaben führen in der Regel zu erheblichen Zusatzkosten anstatt zu möglichen Kosteneinsparungen. Es gibt diese Leitlinien sowohl für klare als auch für farbige PET-Flaschen. Ähnliche Design-Leitlinien hat der europäische Verband der Kunststoffrecycler (Plastics Recyclers Europe (PRE)) auch für PET-Schalen entwickelt.

Die folgende Tabelle zeigt die konkreten Design-Leitlinien für farbige PET-Flaschen mit den verschiedenen, dabei betrachteten Einzelaspekten. Grundsätzlich erfolgt auf Basis eines definierten Test-Protokolls eine Klassifizierung in drei Kategorien: volle, eingeschränkte oder niedrige Recyclingfähigkeit. Als grundsätzliche Prinzipien wurden dabei festgelegt, dass die Verwendung von Materialien oder Komponenten, die den Recyclingprozess stören oder verhindern, eingeschränkt werden soll (wobei insgesamt möglichst auf PET als Mono-Material gesetzt werden soll), der Fokus liegt dabei insbesondere auf Produktlabels und Verschlüssen (EPBP 2014). Gleichzeitig wurde aber auch klar geäußert, dass in keinem Fall die Qualität des Produkts beeinträchtigt werden soll.

Tabelle 49: Design-Richtlinien für farbige PET-Flaschen

	Volle Recyclingfähigkeit	Eingeschränkte Recyclingfähigkeit	Niedrige Recyclingfähigkeit
Behälter	PET		PLA, PVC, PS, PETG
Größe			
Farbe	Transparent, helle Farben	Transparent, dunkle Farben	Undurchsichtig, metallisch
Barrieren	SiO _x Beschichtung, Kohlen-Plasma Beschichtung, PA Mehrschicht ohne Haftvermittler, PTN Legierung	EVOH Mehrschicht mit < 3 Gewichts-% EVOH und ohne Haftvermittler, Einzelschicht PA Mischung, PGA Mehrschicht	EVOH Mehrschicht mit > 3 Gewichts-% EVOH oder Haftvermittler
Zusatzstoffe		UV Stabilisator, AA Blocker, optische Aufheller, Sauerstoff Absorberharz	Bio-/oxo-/foto-abbaubare Zusätze, Nanoverbundstruktur
Verschluss-Systeme	PE; PP; alle mit Dichte < 1 g/cm ³		Materialien mit Dichte > 1g/cm ³ (z.B. hochgefülltes PE, Metalle)
Abdichtung	PE; PE+EVA; PP; geschäumtes PET; alle mit Dichte < 1 g/cm ³	Silikone mit Dichte < 0,95g/cm ³	Materialien mit Dichte > 1g/cm ³ (z.B. PVC, Silikone, Metalle)

Quelle: eigene Darstellung, verändert nach European PET Bottle Platform

Die Leitlinien und die zu ihrer Unterstützung entwickelten Dokumente verstehen sich ausdrücklich als „living documents“, die fortlaufend an die sich ändernden Kundenwünsche sowie technische Innovationen sowohl auf Seite der Kunststoff- und PET Flaschen-Hersteller als auch bei der Sortierung und dem Recycling angepasst werden müssen. Auch die gewählte Differenzierung zwischen durchsichtigen und farbigen PET-Flaschen verdeutlicht die Bedeutung der jeweiligen Marktgegebenheiten – für Sekundärkunststoffe aus durchsichtigen PET-Flaschen lassen sich in der Regel höhere Markterlöse erzielen, so dass hier andere Standards angelegt werden als bei farbigen PET-Flaschen.

10.3.11.3 Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung

Vor dem Hintergrund der erfolgreichen Entwicklung der Design-Leitlinien im Bereich der PET-Flaschen sollte das Umweltbundesamt vergleichbare Prozesse für andere Kunststoffsorten und Einsatzbereiche initiieren, unterstützen und mit seiner Fachexpertise begleiten.

Da insbesondere im Verpackungsbereich das Produktdesign immer wieder als ein zentrales Hemmnis für ein werkstoffliches Recycling genannt wird, wäre ein möglicher Ansatzpunkt, aufbauend auf den Erfahrungen des European PET Bottle Forums diesen Prozess auf weitere Kunststoffsorten auszuweiten. Dabei sollte zum einen auf die Anforderungen der DIN EN 13430 „Anforderungen an Verpackungen für die stoffliche Verwertung“ angeknüpft werden, zum anderen sollte auch an bereits angelaufene Prozesse zur Entwicklung ähnlich gearteter Zertifizierungen angeknüpft werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt beispielsweise den Ansatz eines von den Unternehmen HTP GmbH und cyclos GmbH entwickelten Kriterien- und Bewertungskatalogs für Verpackungen, der neben Kunststoffen auch weitere Materialien wie Glas oder Papier umfasst.

Tabelle 50: Kriterien- und Bewertungskatalog zur Prüfung der Recyclingfähigkeit

Pfad	0	1 Anteile rezyk- lierba- rer Stoffe	2 Identifi- zierbar- keit im NIR opt. Erken- nung	3 wirk- same elektr. Leitfä- higkeit	4 Ferro- magne- tismus	5 Materi- aldichte nach Auf- schluss	6 Auflöse- ge- schwin- digkeit im Was- ser	7 Schmel- z-ver- halten	8 nicht trenn- bare Rezyk- lat Kon- tami- nanten	Ge- samtbe- wertung 1x2x3x 4x5x6x 7x8 in %
1	Kst. Fo- lien	x	-	-	-	x	-	x	x	
2	PE	x	x	x	x	x		x	x	
3	PP	x	x	x	x	x	-	x	x	
4	PS	x	x	x	-	x	-	x	x	
5	PET-Fla- schen transpa- rent	x	x	-	-	-	-	x	x	
6	MK S-F SK	x		x	-	x	-	x	x	
7	MK S- weich	x	-	x	-	x	-	x	x	
8	Flüssig- keitskar- tons (be- schich- tete Kar- tonverpa- ckungen)	x	x	-	-	-	x	-	x	

Pfad	0	1 Anteile rezyk- lierba- rer Stoffe	2 Identifi- zierbar- keit im NIR opt. Erken- nung	3 wirk- same elektr. Leitfä- higkeit	4 Ferro- magne- tismus	5 Materi- aldichte nach Auf- schluss	6 Auflöse- ge- schwin- digkeit im Was- ser	7 Schmel- z-ver- halten	8 nicht trenn- bare Rezyk- lat Kon- tami- nanten	Ge- samtbe- wertung 1x2x3x 4x5x6x 7x8 in %
9	Weiß- bleich / FE-Me- talle	x	-	x	x	-	-	x	x	
10	Alumi- nium / NE-Me- talle	x	-	x	x	-	-	x	x	
11	PPK-Ver- bunde	x	X	x	x	-	X	-	x	
12	Glas	x	X	-	-	-	-	x	x	
13	Papier	x	X	-	-	-	X	-	x	

Quelle: Christiani 2013

10.3.11.4 Rechtliche Vorgaben

Rechtliche Aspekte sind dabei insbesondere bei der Entwicklung eines entsprechenden Labels zur Recyclingfähigkeit zu berücksichtigen, wie sie bereits in Kapitel 10.3.9 ausführlich dargestellt wurden. Auf die generellen Vorgaben der EU-Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG (s. dort Anhang I, Pkt. 1.3. „d) Menge der voraussichtlich entstehenden Abfallstoffe und e) Möglichkeiten der Wiederverwendung, des Recyclings und der Verwertung von Material und/oder Energie“) wurde bereits in Kapitel 9.4.7.1 eingegangen. Dort wurde auch festgestellt, dass die Bundesregierung von der Verordnungsmöglichkeit in § 23 Abs. 4 KrWG noch keinen Gebrauch gemacht und damit den Grundsatz der Produktverantwortung in § 23 Abs. 2 Nr. 2 KrWG noch nicht konkretisiert hat. Somit bestehen aufgrund der ausdrücklichen Ermächtigungsgrundlage keine grundsätzlichen Bedenken gegen ein Tätigwerden der Bundesregierung. Ob allerdings die Bundesregierung Produkthanforderungen angesichts der EU-Ökodesignregelungen allein national regeln möchte, ist wie unter 3.3.4. diskutiert, eine Frage der Opportunität.

10.3.11.5 Abschätzung der Wirkungen in Abhängigkeit der Ausgestaltung

Eine Abschätzung eines konkreten Beitrags zum werkstofflichen Recycling einzelner Kunststoffsorten oder der Verwendung von Sekundärkunststoffen durch dieses Instrument lässt sich nicht ermitteln, da dies zentral von den durch die verschiedenen Akteure entlang der Wertschöpfungskette zu bestimmenden konkreten Leitlinien abhängen wird.

10.3.11.6 Abschließende Bewertung

Das Produktdesign kann insgesamt als ein absolut zentraler Ansatzpunkt für verbesserte Möglichkeiten eines werkstofflichen Recyclings, der Gewinnung hochwertiger Sekundärkunststoffe und damit auch für deren Einsatz angesehen werden. Insgesamt wird der Einfluss der Designphase auf die Umweltauswirkungen eines Produkts mit durchschnittlich 80 % angegeben (vgl. Neugebauer 2014, S. 111).

Gleichzeitig zeigt sich jedoch auch, dass diese Aspekte aktuell beim Produktdesign kaum eine relevante Beachtung finden, dies gilt insbesondere für den Bereich der Kunststoffe. Dieser konzeptionelle Bruch zwischen Produktion und Abfallwirtschaft wird immer wieder als zentrales Hemmnis für die Schließung von Stoffkreisläufen identifiziert. Flatz (1996) spricht vom „Mauerwurfprinzip“, bei

dem sich die Abfallwirtschaft um alles kümmern soll, was von Herstellern auf den Markt gebracht wird – ohne dass geeignete Plattformen für einen Austausch zu Optimierungspotenzialen bestehen.

Längerfristig könnten hier durch die Ökodesign-Richtlinie wichtige Grundlagen geschaffen werden, kurzfristig könnten Branchenprozesse und die Entwicklung – unverbindlicher, aber von allen Seiten als sinnvoll erachteter – Designleitlinien ein effektives Instrument zur Schließung von Stoffkreisläufen darstellen. Da eine Änderung von Produktdesignvorgaben oftmals mit kostenintensiven Änderungen von Produktionsprozessen verbunden ist, kommt einem intensiven Auswahlprozess geeigneter Kunststoffsorten und –produkte unter Beteiligung aller Stakeholder eine besondere Bedeutung zu. Zur Amortisierung dieser Kosten ist auch zu erwarten, dass ein solcher Prozess mindestens auf europäischer Ebene initiiert werden sollte.

Tabelle 51: Abschließende Bewertung Instrument 11

	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
Freiwilliger Branchenprozess	++	+++
Verbindliche Ökodesignstandards	+++	+

Quelle: eigene Darstellung

10.3.12 Instrument 12: Fonds zur Förderung werkstofflichen Kunststoffrecyclings

10.3.12.1 Beschreibung des allgemeinen Wirkungsmechanismus / Bezug zu den identifizierten Hemmnissen / inhaltliche Anknüpfungspunkte

Wie in Kapitel 6 umfassend dargestellt, ist der Bereich des werkstofflichen Kunststoffrecyclings durch eine Vielzahl technischer Innovationen gekennzeichnet, die aber bisher nur in unzureichendem Ausmaß tatsächlich zur Marktreife gelangen und flächendeckend eingesetzt werden. Als Gründe hierfür sind die vielfältigen Hemmnisse auf der Angebots- und Nachfrageseite für Sekundärkunststoffe zu nennen, ein spezifisches Hemmnis ergibt sich jedoch auch aus Schwierigkeiten der Kunststoffverwerter, Zugang zu geeigneten Finanzierungsmöglichkeiten zu finden.

Im Rahmen des Projekts MaResS wurden diese Hemmnisse insbesondere mit Blick auf Ressourceneffizienztechnologien dargestellt: „Handlungsbedarf im Bereich Material- und Ressourceneffizienz insbesondere auch in der zweiten (Markteinführung) und dritten Innovationsphase (Diffusion): Es besteht Bedarf an der Finanzierung von neuen Produkten und Prozessen durch Risikokapital, da sonst Ideen nicht realisiert werden können.“ (Rennings 2010)

Eine von WRAP durchgeführte Analyse zu marktlichen Hemmnissen für eine Kreislaufwirtschaft unterstreicht diesen Punkt insbesondere mit Bezug zu Kunststoffabfällen: „In addition, low investment due to poor, partial or incorrect information increases the risk associated with setting up infrastructure to handle new material streams. Where lenders overprice the risk associated with infrastructure development, the market will underprovide funding and capital investment. An integrated approach involving better information on supply and demand from markets is required to de-risk investment.“ (WRAP 2013, S. 35)

Ansatzpunkt des Instruments ist daher, durch Bereitstellung eines Fonds zur Förderung werkstofflichen Kunststoffrecyclings mit finanzieller Unterstützung und vergünstigte Finanzierungsbedingungen zur Senkung des Investitionsrisikos für zusätzliche, hochwertige Kunststoffrecyclingkapazitäten beizutragen.

10.3.12.2 Beispiele für erfolgreiche Umsetzungen

Als ein besonders erfolgreiches Beispiel für einen solchen Förderfonds kann der Mixed Plastics Loan Fund in England gelten. Das bereits 2010 angekündigte Förderprogramm reagiert auf die Schwierigkeiten von Marktteilnehmern, die wenig Erfolg hatten, ihre Projekte mit Hilfe traditioneller Kapitalgeber zu finanzieren (MRW 2011, S. 19).

Der Mixed Plastics Loan Fund (MPLF) ist ein Förderprogramm, das insbesondere den Ausbau und die Entwicklung von Recycling-Kapazitäten im Bereich der Mischkunststoffabfälle in England unterstützt. Das Programm soll dabei helfen, das für 2015 gesetzte Recyclingkapazitätsziel im Bereich der Mischkunststoffe von 100.000 Tonnen pro Jahr zu erreichen (WRAP 2014a). Als Mischkunststoffe werden laut WRAP feste als auch flexible Kunststoffverpackungen verschiedener Polymersorten und Farben definiert, wobei Kunststoffflaschen und Nicht-Verpackungsartikel ausgeschlossen werden (WRAP 2014b).

Unterstützt werden Projekte, die eine Sortierung oder Weiterverarbeitung von 7.500 Tonnen Mischkunststoffen (oder 2.000 Tonnen bei Materialrückgewinnungsanlagen (MRF) pro Jahr) ermöglichen. Die gesamte Fördersumme beträgt derzeit 5 Millionen Britische Pfund. Die Förderung wird durch einen *asset-backed loan*, also mit Hilfe eines durch Vermögenswerte wie Maschinen oder Anlagen gesicherten Kredit ausgezahlt. Die Förderdauer beträgt 5 Jahre bei Auszahlungssummen von 50.000 bis einer Million britischer Pfund. Übersteigt die Fördersumme die definierte Grenze, entscheidet ein entsprechendes Komitee über eine Bewilligung (WRAP 2014a). Als Beispiel für solch einen Fall kann eine Anlage von Biffa Polymers genannt werden, die eine Fördersumme von 1,2 Millionen britischer Pfund erhielt und insgesamt 20.000 Tonnen pro Jahr an Mischkunststoffen z.B. zu Farbwannen, Pflanzentöpfen, Aufbewahrungsboxen oder Büromöbeln verarbeitet (MRW 2011, S. 18).

10.3.12.3 Spezifizierung der konkreten Ausgestaltung

Ein möglicher Ansatz für eine konkrete Umsetzung wäre die Errichtung eines speziellen Förderfonds im Rahmen des „Programm zur Förderung von Investitionen mit Demonstrationscharakter zur Verminderung von Umweltbelastungen – Pilotprojekte Inland“ (UIP) unter fachlicher Begleitung des Umweltbundesamtes. Als ein Förderschwerpunkt wird dort bereits heute die kunststoffverarbeitende Industrie genannt, allerdings zielt das UIP insbesondere auf innovative Pilotprojekte und weniger auf die Diffusion bereits entwickelter Technologien.

Vorteile der Andockung an dieses laufende Programm wären zum einen ein niedriger administrativer Zusatzaufwand sowie ein bereits bestehender Rahmen für eine rechtssichere Abwicklung der Förderung und Kreditvergabe.

10.3.12.4 Rechtliche Vorgaben

Ein staatlicher Fonds, der Subventionen, d.h. positive Leistungen im Sinne finanzieller Förderungen an Empfänger bereitstellt, muss sich an den Vorgaben des EU-Beihilfeverbotes (vgl. generell Derrénne/Citron/Domecq et al. 2014, 53 ff.; Rzotkiewicz 2013, 464 ff.; Biondi 2013, 1719 ff.; Birnstiel/Bungenberg/Heinrich 2013) messen lassen.

Art. 107 Abs. 1 AEUV enthält ein grundsätzliches Beihilfeverbot, welches eine Konkretisierung der Aufgaben und Zielsetzungen der Gemeinschaft in Art. 3 EUV, Art. 26 AEUV (Schutz des Wettbewerbs vor Verfälschungen) darstellt. Das Beihilfeverbot wirkt als Beeinträchtigung der selbständigen Wirtschaftspolitik der Mitgliedstaaten (vgl. Art. 121 AEUV). Das Beihilfeverbot greift nach Art. 107 Abs. 1 AEUV unter folgenden Kernvoraussetzungen:

- ▶ staatliche oder aus staatlichen Mitteln gewährte Beihilfen
- ▶ bestimmte (nicht alle!) Unternehmen oder Produktionszweige als Adressaten
- ▶ Beihilfe muss den Wettbewerb verfälschen oder zu verfälschen drohen

► Eignung zur Beeinträchtigung des Handels zwischen den Mitgliedstaaten

Wenngleich die Ausgestaltung des hier vorgeschlagenen UBA-Förderfonds im Rahmen des „Programms zur Förderung von Investitionen mit Demonstrationscharakter zur Verminderung von Umweltbelastungen im Detail noch nicht feststeht, müssen jedoch einige rechtliche Kautelen beachtet werden. So werden vom EU-Beihilfeverbot nicht nur reine Geldzahlungen erfasst, sondern auch andere Maßnahmen „gleich welcher Art“. Das umfasst neben den nicht rückzahlbaren Subventionen günstige Darlehen und Zinsvergünstigungen, Interventionsarten, bei denen das Schenkungselement weniger sichtbar ist, wie Steuer- und Abgabenerleichterungen, Darlehensbürgschaften, die Lieferung von Waren und Dienstleistungen zu Vorzugsbedingungen, sogar die Beteiligung von staatlichen Behörden an Unternehmen.

Zu nennen ist auch der Unterfall der sektorspezifischen Beihilfen (Block Exemption Regulation) nach Art. 107 Abs. 3 AEUV. So erhält etwa die Industrie zur Herstellung synthetischer Fasern (Anhang II der Leitlinien) Beihilfen, wenn sie nicht darauf verwendet werden, den Status quo zu erhalten, indem Überkapazitäten aufrechterhalten werden. Die Beihilfen müssen vielmehr der Wiederherstellung der langfristigen Rentabilität durch die Lösung von Strukturproblemen einschließlich Kapazitätsverringierungen gelten, ferner müssen sie degressiv und proportioniert eingesetzt werden. Ob hier auf der EU-Ebene die Erweiterung der allgemeinen EU-Gruppenfreistellungsverordnung, (EU) Nr. 651/2014 vom 17.06.2014 (Abl. Nr. L 187, 26.06.2014, 1–78), die bestimmte Kategorien von Hilfen für mit dem Binnenmarkt (s. Art. 107 f. AEUV) vereinbar erklärt, für das Kunststoffrecycling überhaupt in Betracht kommt, kann noch nicht abgeschätzt werden.

Jedenfalls wären bei der Ausgestaltung des UBA-Förderfonds die neuen „Leitlinien für staatliche Umweltschutz- und Energiebeihilfen 2014-2020“ (EEAG) (2014/C 200/01) (Abl. Nr. C 200, 28.06.2014, 1–55) zu berücksichtigen. Nach Ziff. 8 der Guidelines kann ein „8. Investment in resource efficiency and waste management“ gefördert werden.

Zuletzt ist für den UBA-Förderfond die Anwendbarkeit der ebenfalls Art. 107 Abs. 3 AEUV ausfüllenden De-Minimis-Regeln zu untersuchen. Diese gelten ausnahmsweise für Förderungen, deren Höhe so gering ist, dass eine spürbare Verzerrung des Wettbewerbs ausgeschlossen werden kann. Diese so genannten De-minimis-Beihilfen müssen weder bei der EU-Kommission angemeldet noch genehmigt werden und können z. B. in Form von Zuschüssen, Bürgschaften oder zinsverbilligten Darlehen gewährt werden. De-minimis-Beihilfen können auf der Grundlage von vier verschiedenen De-minimis-Verordnungen gewährt werden, von denen hier die Verordnung (EU) Nr. 1407/2013 der Kommission vom 18.12.2013 über die Anwendung der Artikel 107 und 108 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union auf De-minimis-Beihilfen sowie deren Vorgängerverordnung (VO (EG) Nr. 1998/2006) – Allgemeine-De-minimis-Beihilfen¹⁴⁴ anwendbar ist. Für die allgemeinen De-minimis-Beihilfen gilt danach ein Schwellenwert i.H.v. 200.000 €. Nach zutreffender Ansicht der Literatur muss allerdings eine dadurch bewirkte Beeinträchtigung des Handels wirklich spürbar sein („if caused by them impairment of trade, which are noticeable“) (De Sadeleer 2014, 452 f.; vgl. auch Koenig/Kühling/Ritter 2005, Nr. 185).

Somit hängt die Vereinbarkeit des UBA-Fonds von der konkreten Ausgestaltung, insbesondere der geplanten Höhe der Subvention für einzelne Unternehmen der Kunststoffrecyclingindustrie, ab.

¹⁴⁴ Commission Regulation (EU) No 1407/2013 of 18 December 2013 on the application of Articles 107 and 108 of the Treaty on the Functioning of the European Union to de minimis aid, OJ L 352/1.

10.3.12.5 Abschließende Bewertung

Insgesamt kann die Einrichtung eines solchen Fonds zur Förderung werkstofflichen Kunststoffrecyclings als ein wichtiger möglicher Baustein für einen verbesserten Einsatz von Sekundärkunststoffen angesehen werden. Eine solche finanzielle Unterstützung würde mit Blick auf verschiedene Kunststoffsorten die finanziellen Risiken senken, in hochwertige Sortier- und Verwertungstechnologien sowie entsprechende Kapazitäten zu investieren; langfristig könnten somit auch ökonomische Skaleneffekte durch größere Kapazitäten die stoffliche Verwertung unterstützen.

Auch wenn sich die Fördersummen beim englischen Vorbild insgesamt in einem überschaubaren Ausmaß bewegen, stellt sich dabei natürlich immer die ordnungspolitische Frage, wieso hier ein finanzieller Anreiz durch die öffentliche Hand erforderlich ist bzw. wieso die Marktanreize nicht auch für private Investoren ausreichen. Wie die Analyse der Hemmnisse in Arbeitspaket 3 gezeigt hat, werden die Marktanreize alleine in kurz- und mittelfristiger Perspektive nicht ausreichend sein, um die notwendigen Investitionen in diesem Bereich zu ermöglichen. Vor dem Hintergrund der Abfallhierarchie und der ökologischen und gesamtwirtschaftlichen Vorteile des Einsatzes von Sekundärkunststoffen ergäbe sich hieraus eine klare Legitimation für die Einrichtung eines solchen Fonds. Eine mögliche Querverbindung könnte z.B. darin bestehen, hier Mittel aus der Einführung einer Abgabe auf die Verbrennung von Kunststoffabfällen einzusetzen.

Tabelle 52: Abschließende Bewertung Instrument 12

	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
Fonds zur Förderung werkstofflichen Recyclings	++	++

Quelle: eigene Darstellung

10.3.13 Zwischenfazit Instrumentenbewertung

Die folgende Tabelle gibt einen Gesamtüberblick über die untersuchten Instrumente und die dabei vorgenommenen Bewertungen der Mengeneffekte und ihrer Umsetzbarkeit. Die untersuchten Instrumente wurden vor dem Hintergrund der jeweiligen Analysen hinsichtlich ihrer potentiellen Mengeneffekte sowie hinsichtlich ihrer erwarteten Umsetzbarkeit jeweils auf einer Skala von „+“ bis „+++“ bewertet. Eine quantitative Bewertung ist wie dargestellt mit hohen Unsicherheiten verbunden, grob können die Kategorien jedoch mit Effekten von bis zu 50.000 Tonnen (+), bis zu 100.000 Tonnen (++) und darüber hinaus (+++) angesetzt werden. Dabei zeigt sich, dass die Instrumente mit hohen Mengeneffekten in der Regel gleichzeitig auch größere Schwierigkeiten in der Umsetzung aufweisen.

Tabelle 53: Gesamtüberblick über die 12 Instrumente

Instrumentenbewertung			
Nr	Instrument	Mengeneffekt	Umsetzbarkeit
1	Kunststoffspezifische Quote für bestimmte Produkte / Abfallströme		
	Altautos	++	+++
	Haushaltsgroßgeräte	++	++

2	Steuer / Abgabe auf die Verbrennung von Kunststoffabfällen	++ - +++ (Abhängig von Höhe der Abgabe)	+
3	Mindestrezyklatquoten für Kunststoffe		
	3.1 Mindestrezyklatquote im Baubereich	+++	++
	3.2 Mindestrezyklatquote im Elektronikbereich	++	+
4	Pfandsysteme für kunststoffhaltige Produkte		
	4.1 Ausweitung der Pfandpflicht auf alle Getränkebereiche	++	++
	4.2 Pfandpflicht auf kleine Elektro- und Elektronikgeräte am Beispiel Mobiltelefone	+ (Nur Kunststoffe), +++ (Mitberücksichtigung aller Materialien)	+
5	Imagekampagne "Kunststoff einen Wert geben"	+	+++
6	Vorbehandlungspflicht für Gemischte Gewerbeabfälle	+	+++
7	Vorgaben zur separaten Erfassung Kunststoffhaltiger Produkte	+	++
8	Reduzierte Mehrwertsteuersätze für Produkte mit Rezyklatanteil	++	++
9	Weiterentwicklung von Umwelt-Labels		
	9.1 Weiterentwicklung Blauer Engel	+	+++
	9.2 Verpflichtendes Label für Kunststoffrezyklateinsatz	++	++
10	Vorgaben für die öffentliche Beschaffung		
	10.1 Orientierung am Blauen Engel Kunststoffrezyklat	+	++
	10.2 Aufnahme Standards zum nachhaltigen Bauen	++	++
11	Verbesserung der Recyclingfähigkeit		

	11.1 Freiwilliger Branchenprozess	++	+++
	11.2 Verbindliche Ecodesignstandards	+++	+
12	Fonds zur Förderung werkstofflichen Kunststoffrecyclings	++	++

10.4 Übertragbarkeit der ausgewählten Instrumente auf andere Sekundärrohstoffe

Abschließend sollen die hier beschriebenen Instrumente zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen überblicksartig dahingehend überprüft werden, inwieweit sie auch auf andere Sekundärrohstoffe übertragbar sein können. Im Fokus dieses Forschungsprojekts standen eindeutig Kunststoffe, trotzdem unterstreicht insbesondere der Vergleich mit anderen, metallischen Rohstoffen die Besonderheiten der Kreislaufführung von Kunststoffen. Im Fokus stehen dabei die ausgewählten Stoffe Aluminium und Indium.

10.4.1 Stoffspezifische Zielvorgaben für das Recycling

Dieses Instrument scheint nicht nur wie beschrieben für den Bereich Kunststoffe einsetzbar, sondern würde sich insbesondere auch für ressourcenrelevante Rohstoffe wie Indium eignen. Die vorgegebenen Recyclingquoten vor allem im Bereich der Elektroaltgeräte zielen bisher auf das Gesamtgewicht der Produkte ab und setzen daher für das nur in äußerst geringen Mengen eingesetzte Indium praktisch keine Anreize für eine Rückgewinnung, dementsprechend niedrig sind bisher auch die Rückgewinnungsraten (vgl. UNEP 2013, UNEP 2011).

Auch hier zeigt sich jedoch, dass das Monitoring solcher Quoten mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden wäre, da ausreichende Informationen über den tatsächlichen Indiumgehalt pro Produkt oder gar in konkreten Inputmengen in Elektroaltgeräte-Verwertungsanlagen nicht existieren (Wilts/v. Gries 2012).

10.4.2 Weiterentwicklung bestehender Pfandsysteme

Pfandsysteme sind grundsätzlich auch für indium- oder aluminiumhaltige Produkte vorstellbar. Wie dargestellt, wäre die Etablierung eines verpflichtenden Pfandsystems mit entsprechenden Vorgaben zur Verwaltung der Finanzmittel, der Rückgabestellen etc. mit erheblichem administrativen Aufwand verbunden, so dass insgesamt auf die Umweltrelevanz der bepfandeten Produkte und nicht auf einzelne Inhaltsstoffe abgestellt werden sollte. Während eine Ausweitung des bestehenden Pfandsystems für Getränkeflaschen zu im Vergleich zur Neueinführung geringen Kosten umsetzbar sein sollte, stellen solche Investitionskosten z.B. für Mobiltelefone doch eine erhebliche Hürde dar.

Sowohl bei indium- als auch bei aluminiumhaltigen Produkten stellt die Entsorgung über die bestehenden Entsorgungswege keine direkte Gefährdung der menschlichen Gesundheit oder der Umwelt dar, die mit Hilfe einer Erfassung in einem Pfandsystem verhindert werden müsste. Eine direkte Begründung für ein Pfandsystem wäre damit nicht ableitbar. Auch die im Kunststoffbereich vereinzelt erkennbare Entwicklung hin zu einer Vereinheitlichung des Produktdesigns (z.B. bepfandete PET-Flaschen) zur Erhöhung der Rezyklierbarkeit ist für diese beiden Stoffe kaum zu erwarten, da sie in nahezu allen Anwendungen nur einen geringen Anteil der jeweiligen Materialkosten ausmachen.

10.4.3 Vorbehandlungspflicht für Gewerbeabfälle

Die dargestellte Pflicht zur Vorbehandlung für Gewerbeabfälle zielt relativ eindeutig auf die erheblichen Kunststoffpotenziale, die zur Zeit ohne eine Vorbehandlung der stofflichen Verwertung entzogen werden. Die Kreislaufführung von Indium würde von einer solchen Regelung überhaupt nicht profitieren, bei Aluminium reichen auch die aktuell gegebenen ökonomischen Anreize in der Regel aus.

10.4.4 Steuer/ Abgabe auf die Verbrennung von Abfällen

Ähnlich wären auch von einer durch eine Abgabe verteuerten energetischen Verwertung nur geringfügige Effekte auf das Recycling von Aluminium oder Indium zu erwarten. Betrachtet man beispielsweise den Bereich der Elektroaltgeräte, so stellt hier die notwendige Vorbehandlung und die damit verbundenen Arbeitskosten das zentrale Hemmnis dar.

10.4.5 Mindestrezyklatquoten

Mindestrezyklatquoten wären dagegen auch für metallische Rohstoffe wie Indium oder Aluminium ein denkbarer Ansatz, die Nachfrage nach und den Einsatz von Sekundärrohstoffen zu erhöhen. Wie dargestellt wurden im Projekt „Materialeffizienz und Ressourcenschonung“ entsprechende Überlegungen für Gold in Mobiltelefonen entwickelt, die aber angesichts globaler Wertschöpfungsketten auch die Schwierigkeiten bei der Umsetzung verdeutlichten. Insbesondere für Indium erscheint fraglich, wie ein Mindestrezyklatanteil nachgewiesen werden könnte, wenn im Regelfall noch nicht einmal gesicherte Informationen zum Indiumgehalt einzelner Produkte vorliegen. Ebenso fehlen Zertifizierungen für Recyclingeinrichtungen, die die Herkunft als Sekundärrohstoff belegen könnten.

10.4.6 Weiterentwicklung von Umwelt-Labeln zum Einsatz von Rezyklaten als „Unterstützung informierter Kaufentscheidungen der Verbraucher“

Dagegen sind entsprechende Überlegungen bei der Fortentwicklung des Blauen Engel oder hinsichtlich eines einständigen Labels, das den Rezyklatanteil einzelner Produkte ausweist, durchaus auch für andere Rohstoffe wie Indium oder Aluminium vorstellbar. Insgesamt ist für den Verbraucher zur Zeit – mit wenigen Ausnahmen wie Recyclingpapier - kaum nachvollziehbar, zu welchen Anteilen Produkte aus Primär- oder Sekundärmaterialien bestehen. Gleichzeitig stellt sich bei einer Ausweitung natürlich die Frage, ob eine solche Auszeichnung für alle einzelnen Rohstoffe sinnvoll sein kann oder wie eine Gewichtung z.B. bei Indium oder Kunststoff vorgenommen werden könnte.

10.4.7 Vorgaben für öffentliche Beschaffung mit Blick auf Produkte mit Rezyklatanteilen

Analog zum Thema Sekundärkunststoffeinsatz wären vergleichbare Vorgaben auch für die öffentliche Beschaffung vorstellbar – hier angesichts der enormen ökologischen Vorteile vermutlich insbesondere bei aluminiumhaltigen Produkten. Sowohl für Aluminium als auch für Indium würden jedoch die monetären Anreize fehlen, die sich z.B. bei Vorgaben zur Energieeffizienz ergeben.

10.4.8 Vorgaben zur separaten Erfassung

Betrachtet man die Einsatzgebiete für Indium zeigt sich, dass für die hier betroffenen Elektronikgeräte mit Displays ohnehin weitgehende Vorgaben für die separate Erfassung gelten – weitere Vorgaben scheinen hiermit nicht notwendig. Im Fall von Aluminium wäre der hier betrachtete Baubereich jedoch ein Anwendungsgebiet, bei dem zu prüfen wäre, inwieweit die vorhandenen ökonomischen Anreize zur separaten Erfassung bereits ausreichen oder wo weiterführende Vorgaben hilfreich sein könnten.

10.4.9 Ansätze zur Verbesserung der Recyclingfähigkeit von Kunststoffprodukten, u.a. auf Grundlage der Ökodesign-Richtlinie

Beim Thema Design für Recycling zeigen sich wiederum deutliche Unterschiede zwischen Kunststoffen einerseits und metallischen Rohstoffen andererseits: Während die sortenreine Erfassung nach wie vor als zentrale Voraussetzung für die Gewinnung hochwertiger Sekundärrohstoffe angesehen werden kann, bestehen beim Metallrecycling in pyrometallurgischen Prozessen deutliche bessere Chancen, einzelne Metalle zurückzugewinnen (vgl. z.B. die integrierte Anlage in Hoboken, Belgien). Auch hier sind physikalische Grenzen gesetzt, trotzdem müssten sich Vorgaben für ein recyclingfreundliches Design fundamental von solchen für kunststoffhaltige Produkte unterscheiden. Speziell für Indium wäre dabei insbesondere eine einfache Demontierbarkeit der in der Regel wenigen Komponenten pro Produkt notwendig, auf die sich das Indium – im klaren Gegensatz zu Kunststoffen – konzentriert.

10.4.10 Imagekampagne für Metalle analog zu „Kunststoff einen Wert geben“

Die öffentliche Wahrnehmung als signifikantes Hemmnis für den Einsatz von Sekundärrohstoffen scheint sich bei Metallen in deutlich geringerem Maße zu zeigen als bei Kunststoffen. Die ökologischen Vorteile z.B. in Form von CO₂-Einsparungen sind in der Vergangenheit bereits so umfangreich kommuniziert worden, dass eine weitere Imagekampagne hier vermutlich keine signifikanten Ergebnisse bringen würde.

10.4.11 Reduzierter MwSt-Satz für Produkte mit Rezyklatanteilen

Der Ansatz, Produkte mit bestimmten Rezyklatanteilen durch einen reduzierten Mehrwertsteuersatz zu fördern, ließe sich analog auch auf Aluminium und Indium erweitern (vgl. Bahn-Walkowiak et al. 2010). Wie dargestellt wäre ein umfassender, nicht allein auf Kunststoffe abzielender Ansatz auch insgesamt überzeugender, wenn dadurch der Ersatz von Kunststoffen durch möglicherweise noch ressourcenintensivere Rohstoffe wie z.B. Aluminium im Verpackungsbereich vermieden wird. Auch hier stellt sich jedoch wieder die Frage einer aggregierten Betrachtung: Für jeden einzelnen Stoff können Rezyklatanteile kaum praktikabel nachgewiesen werden, für das Gesamtprodukt fehlen häufig notwendige Informationen zur stofflichen Zusammensetzung. Hinzu kommt der Aspekt einer Gewichtung zwischen unterschiedlich ressourcenrelevanten Rohstoffen.

10.4.12 Fonds zur Förderung werkstofflichen Recyclings

Der diskutierte Fonds zur Förderung des werkstofflichen Recyclings wäre in ähnlicher Form auch für andere Stoffe wie Aluminium oder Indium vorstellbar. Im Fall von Aluminium stellt sich dabei insbesondere die Frage, wo eine Förderung durch die öffentliche Hand tatsächlich notwendig sein würde bzw. wo die vorhandenen ökonomischen Anreize nicht ausreichen. Speziell für Indium ist in vielen Bereichen noch eher Grundlagenforschung notwendig, um tatsächlich später marktreife Rückgewinnungstechnologien zu entwickeln. Hier sind z.B. im BMBF-Förderprogramm r3 einige Forschungsvorhaben gefördert worden, die genau auf dieses Thema abzielen (BMBF 2012).

10.5 Entwicklung eines Policy-Mix

Basierend auf der Entwicklung der Einzelinstrumente in Kapitel 10.3 soll abschließend ein Policy-Mix entwickelt werden, der diese Instrumente zu konsistenten Kernstrategien bündelt.

Während sich die umweltpolitische Debatte lange Zeit auf die Gestaltung und Evaluation von Einzelinstrumenten konzentrierte, gerät die Analyse solcher Policy-Mixes erst langsam in den Fokus der Aufmerksamkeit (Rogge/ Reichardt 2013). Dabei sind zum einen mögliche Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Instrumenten zu berücksichtigen, die häufig unterschiedliche Zielstellungen verfolgen und damit die Konsistenz eines Policy-Mix unterlaufen können; zum anderen ist auch mit Blick auf den konkreten Politikprozess zu überprüfen, welche Instrumente in welchen Kombinationen

und auf welchen politischen Ebenen tatsächlich Aussicht auf Umsetzung aufweisen (Frage der Kohärenz des Policy-Mix). Nur eine umfassende Betrachtung auch der bereits wirksamen Regelungen und Rahmenbedingungen ermöglicht letzten Endes die Entwicklung eines glaubhaften Policy-Mix.

Konkret für den Einsatz von Sekundärkunststoffen zeigt sich, dass angesichts der extremen Vielfalt der eingesetzten Kunststoffsorten mit ihren spezifischen physikalischen Eigenschaften und Marktstrukturen, des breiten Spektrums bereits bestehender Initiativen, Förderprogrammen und Zielen im Bereich Kunststoffrecycling sowie der Komplexität ökonomischer, rechtlicher und institutioneller Hemmnisse (vgl. Kapitel 9) eine klare Fokussierung notwendig ist, um aus der Vielzahl denkbarer Maßnahmenkombinationen einen effizienten Mix zu entwickeln.

Als Kriterien für die Effektivität eines solchen Mix kann dabei genannt werden, dass

- ▶ die Nutzung von Sekundärkunststoffen signifikant erhöht wird,
- ▶ Synergien optimiert und Zielkonflikte über alle Instrumente und Politikfelder hinweg adressiert und
- ▶ ein pro-aktives ressourceneffizientes Verhalten und Innovation stimuliert werden.

10.5.1 Adressierung der relevanten Einsatzbereiche, Anfallstellen und Kunststoffsorten

Einen ersten, notwendigen Schritt zur Entwicklung eines solchen Policy-Mixes stellt die Überprüfung dar, ob alle potentiell relevanten Einsatzbereiche für Sekundärkunststoffe durch die verschiedenen Instrumente abgedeckt werden. Tabelle 54 zeigt die in Kapitel 8 identifizierten wichtigsten Einsatzbereiche sowie die in Kapitel 9 beschriebenen Einzelinstrumente.

Die Übersicht zeigt, dass alle relevanten Einsatzbereiche für Sekundärkunststoffe abgedeckt und auch mindestens durch ein konkret auf diesen Einsatzbereich abgestimmtes Instrument (im Gegensatz zu allgemein wirkenden Instrumenten wie einer Steuer/ Abgabe auf Abfallverbrennung) adressiert werden.

Tabelle 54: Abdeckung relevanter Einsatzbereiche für Rezyklate durch die Maßnahmen und Instrumente

	Kunststoffspezifische Quoten	Steuer/ Abgabe auf die Verbrennung von Abfällen	Mindestrezyklatquoten	Anpassung von Umwelt-Labeln	Vorgaben für die öffentliche Beschaffung	Imagekampagne „Kunststoffen einen Platz geben“	Pfandsysteme für kunststoffhaltige Produkte	Vorbehandlungspflicht für gemischte gewerbliche Abfälle	Verbesserung der Recyclingfähigkeit	Reduzierter MwSt.-Satz für Produkte mit Rezyklatgehalt	Vorgaben zur separaten Erfassung kunststoffhaltiger Produkte	Fonds zur Förderung werkstofflicher Rezyklate
Verpackungen	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X
Bau	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X

	Kunststoffspezifische Quoten	Steuer/ Abgabe auf die Verbrennung von Abfällen	Mindestrezyklatquoten	Anpassung von Umwelt-Labeln	Vorgaben für die öffentliche Beschaffung	Imagekampagne „Kunststoffen einen Pfand“	Pfandsysteme für kunststoffhaltige Produkte	Vorbehandlungspflicht für gemischte ge- mischte Kunststoffe	Verbesserung der Recyclingfähigkeit	Reduzierter MwSt.-Satz für Produkte mit höherem Rezyklatgehalt	Vorgaben zur separaten Erfassung kunst- stoffhaltiger Abfälle	Fonds zur Förderung werkstofflichen Recycling
Elektro-/Elektronikbe- reich	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X
Fahrzeuge	X	X			X	X			X			X

Quelle: eigene Darstellung

Neben den Einsatzbereichen für Sekundärkunststoffe fokussieren verschiedene Instrumente jedoch auch auf konkrete Anfallstellen für kunststoffhaltige Produktabfälle, wobei die möglichst sortenreine Erfassung als notwendige Voraussetzung für ein späteres werkstoffliches Recycling und einen darauf folgenden Einsatz als Sekundärrohstoff gesehen werden kann. Auch hierzu sind in Kapitel 8.3 die wichtigsten Anfallstellen identifiziert worden, deren Abdeckung durch die einzelnen Instrumente in der nachfolgenden Tabelle dargestellt sind.

Auch hierbei zeigt sich, dass alle relevanten Anfallstellen für kunststoffhaltige Abfälle adressiert werden. Für einzelne Instrumente, die sich insbesondere auf die Nachfrage nach hochwertigen Sekundärkunststoffen beziehen, lässt sich kein direkter Bezug zu einzelnen Abfallströmen angeben – hierbei wird es weitgehend dem Markt überlassen, an welchen Anfallstellen zu den niedrigsten Kosten möglichst kunststoffsortenreine, in ausreichenden Mengen verfügbare Fraktionen gewonnen werden können. Eine Besonderheit ergibt sich bei der Steuer/ Abgabe auf die Abfallverbrennung, weil hier auch die Entsorgung von Verwertungsresten verteuert werden würde.

Tabelle 55: Abdeckung konkreter Anfallstellen durch die Maßnahmen und Instrumente

	Kunststoffspezifische Quoten	Steuer/ Abgabe auf die Verbrennung von Abfällen	Mindestrezyklatquoten	Anpassung von Umwelt-Labeln	Vorgaben für die öffentliche Beschaffung	Imagekampagne „Kunststoffen einen Wert geben“	Pfandsysteme für kunststoffhaltige Produkte	Vorbehandlungspflicht für gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle	Verbesserung der Recyclingfähigkeit	Reduzierter MwSt.-Satz für Produkte mit Rezyklatanteilen	Vorgaben zur separaten Erfassung kunststoffhaltiger Produkte	Fonds zur Förderung werkstofflichen Kunststoffrecyclings
Sperrmüll		X				X			X		X	X
LVP und SNVP	X ¹⁴⁵	X				X	X		X		X	X
Gemischte gewerbliche Abfälle		X				X		X	X		X	X
Bau- und Abbruchabfälle		X				X			X		X	X
Elektro-altgeräte	X	X				X	X		X		X	X
Altfahrzeuge	X	X				X			X		X	X

Quelle: eigene Darstellung

Wie dargestellt, unterscheiden sich die Voraussetzungen für den Einsatz von Sekundärkunststoffen nicht nur zwischen den verschiedenen Einsatzbereichen, sondern insbesondere auch mit Blick auf die unterschiedlichen Kunststoffsorten. Die Analyse der verschiedenen Hemmnisse in Kapitel 9 hat jedoch auch gezeigt, dass die Rahmenbedingungen für den Einsatz von Sekundärkunststoffen insgesamt Optimierungsbedarf aufzeigen, so dass ein kunststoffspezifischer Ansatz nur in Ausnahmefällen angebracht zu sein scheint. Die folgende Tabelle zeigt, auf welche Kunststoffsorten die verschiedenen Instrumente abzielen – hierbei zeigt sich ein starker Bezug zu den verschiedenen Einsatzbereichen.

¹⁴⁵ Ausweitung der bestehenden Quoten auf stoffgleiche Nichtverpackungen.

Für die technischen Kunststoffe ABS, SAN und ASA ergibt sich eine Besonderheit, da diese Kunststoffsorten aufgrund ihrer Einsatzmengen und Werthaltigkeit nur über sortenspezifische Instrumente gezielt zu adressieren sein werden.

Tabelle 56: Abdeckung von Kunststoffsorten durch die Maßnahmen und Instrumente

	Kunststoffspezifische Quoten	Steuer/ Abgabe auf die Verbrennung von Abfällen	Mindestrezyklatquoten	Anpassung von Umwelt-Labeln	Vorgaben für die öffentliche Beschaffung	Imagekamagne „Kunststoffen einen Wert geben“	Pfandsysteme für kunststoffhaltige Produkte	Vorbehandlungspflicht für gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle	Verbesserung der Recyclingfähigkeit	Reduzierter MwSt.-Satz für Produkte mit Rezyklatanteilen	Vorgaben zur separaten Erfassung kunststoffhaltiger Produkte	Fonds zur Förderung werkstofflichen Kunststoffrecyclings
PE LD	x	x	x	x		x		x	x		x	x
PE HD	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PP	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PS	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
PS-E	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
PVC	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x
PA	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
ABS, ASA, SAN ¹⁴⁶	x			x	x	x	x		x		x	x

Quelle: eigene Darstellung

10.5.2 Bündelung zu Kernstrategien

Die Analyse der verschiedenen Einzelinstrumente zeigt deutlich, dass die komplexen technischen, ökonomischen, regulatorischen und informatorischen Hemmnisse für einen verstärkten Einsatz von

¹⁴⁶ Diese technischen Kunststoffe sind aufgrund ihrer Einsatzmengen und Werthaltigkeit nur über sortenspezifische Instrumente gezielt zu adressieren.

Sekundärkunststoffen nicht durch ein einzelnes Instrument überwunden werden können. Hierzu wird es einen längerfristigen Prozess benötigen, der an verschiedenen zentralen Stellschrauben ansetzen muss.

Vor diesem Hintergrund sollen im Folgenden drei Kernstrategien beschrieben werden, die auf eine kontinuierliche Optimierung des Sekundärkunststoffeinsatzes abzielen. Die Bündelung der Einzelinstrumente zu diesen drei, miteinander verbundenen Kernstrategien verdeutlicht die Notwendigkeit eines koordinierten Vorgehens und öffnet damit auch den Blick für mögliche Synergien.

Kernstrategie 1: „Push“

Die erste Kernstrategie zielt auf eine Erhöhung der getrennt erfassten Kunststoffabfälle ab, die anschließend als Input für das werkstoffliche Recycling zur Verfügung stehen. Eine Erhöhung dieser Mengen kann als notwendige Bedingung für einen gesteigerten Einsatz von Sekundärkunststoffen angesehen werden. Wie dargestellt wird sie unter den gegebenen Rahmenbedingungen alleine jedoch nicht automatisch oder nur unwesentlich zu einer Steigerung der Verwendung recycelter Kunststoffabfälle führen. Trotzdem kann eine solche „Push“-Strategie auch zu ökonomischen Skaleneffekten führen, die bei sinkenden Kosten pro Einheit die Anreize für den Einsatz von Sekundärkunststoffen verstärken.

Kernstrategie 2: „Pull“

Die zweite Kernstrategie fokussiert auf eine Steigerung der Nachfrage nach Sekundärkunststoffen. Wie dargestellt, übersteigt das theoretisch zur Verfügung stehende Potenzial an Sekundärkunststoffen mit Ausnahme einiger bereits etablierter Märkte (wie z.B. PET) die tatsächliche Nachfrage, in vielen Bereichen reichen offensichtlich hier für viele Kunststoffsorten und Einsatzbereiche die ökonomischen Anreize noch nicht aus, um in relevanten Mengen auf Sekundärkunststoffe zu setzen. Es ist jedoch festzustellen, dass sich hier auch im Zeitraum der Projektbearbeitung bereits positive Entwicklungen hinsichtlich der Nachfrage nach Rezyklaten zeigen und viele Anlagenbetreiber über nicht ausreichenden Input klagen, zumindest im Bereich der sortenrein erfassten Kunststoffe. Die hier dargestellten Instrumente zielen daher auf eine Steigerung der Nachfrage ab, z.B. indem recycelte Kunststoffe günstiger gegenüber Primärware gestellt werden oder durch die Stärkung der öffentlichen Hand als Nachfrager von sekundärkunststoffhaltigen Produkten.

Kernstrategie 3: „Marktentwicklung“

Neben den eher klassischen Ansätzen der Angebots- und Nachfragesteigerung („push“ und „pull“) zeigt sich beim werkstofflichen Kunststoffrecycling die Notwendigkeit eines dritten Ansatzes, der auf einen kontinuierlichen Prozess der Marktentwicklung setzt. Die nicht ausreichende Entwicklung von Rahmenbedingungen, unter denen Angebot und Nachfrage möglichst kosteneffizient aufeinander abgestimmt werden, wurde in Kapitel 9 als ein wesentliches Hemmnis identifiziert, gleichzeitig zeigen Beispiele wie der Markt für Sekundär-PET, dass z.B. Maßnahmen zur vereinfachten Definition oder Standardisierung von Qualitätsstandards einen wesentlichen Treiber für das werkstoffliche Recycling darstellen können.

Speziell mit Blick auf das Recycling von Kunststoffabfällen wurde die Notwendigkeit und Effektivität solcher Maßnahmen u.a. auch von der OECD festgestellt: „Encouraging ever-higher recycling rates in an imperfect market may impose very high social welfare costs. In such cases it may be far less costly to address the imperfection within the market than to try and bring about increased recycling rates through increasingly ambitious recycling programmes.“ (OECD 2005, S. 4)

Ziel solcher Maßnahmen kann eindeutig nicht die Definition von Qualitätsstandards o.ä. durch die öffentliche Hand sein, diese können sich nur im Austausch zwischen Kunststoffverwertern und kunststoffverarbeitender Industrie entwickeln. Der Fokus der Kernstrategie liegt dagegen auf der Entwicklung von Rahmenbedingungen, die die vielfältigen Transaktionskosten des Einsatzes von Sekundärkunststoffen senken sollen.

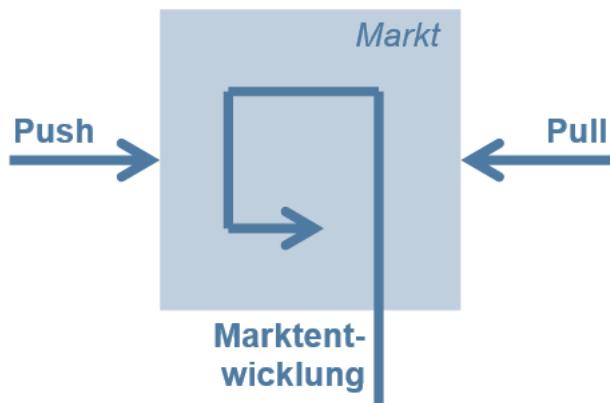
Tabelle 57 verdeutlicht die Zuordnung der Einzelinstrumente zu diesen drei Kernstrategien. Dabei zeigt sich insbesondere der Querschnittscharakter der marktentwickelnden Ansätze, der jeweils geknüpft ist an Instrumente, die entweder das Angebot oder die Nachfrage nach hochwertigen Sekundärkunststoffen zu steigern versuchen.

Tabelle 57: Zuordnung der Einzelinstrumente zu den Kernstrategien

	Kunststoffspezifische Quoten	Steuer/ Abgabe auf die Verbrennung von Abfällen	Mindestrezyklatquoten	Anpassung von Umwelt-Labels	Vorgaben für die öffentliche Beschaffung	Imagekampagne „Kunststoffen einen Wert geben“	Pfandsysteme für kunststoffhaltige Produkte	Vorbehandlungspflicht für gemischte gewerbliche Siedlungsfälle	Verbesserung der Recyclingfähigkeit	Reduzierter MwSt.-Satz für Produkte mit Rezyklatanteilen	Vorgaben zur separaten Erfassung kunststoffhaltiger Produkte	Fonds zur Förderung werkstofflichen Kunststoffrecyclings
Kernstrategie 1 „Push“	x	x					x	x	x		x	
Kernstrategie 1 „Pull“			x	x	x	x				x		
Kernstrategie 1 „Marktentwicklung“			x	x	x	x			x		x	x

Die folgende Abbildung verdeutlicht das notwendige Zusammenspiel der drei Kernstrategien und die jeweils unterschiedlichen Ansatzpunkte. Ein erfolgreicher Policy-Mix muss konkrete Instrumente beinhalten, die sowohl auf die Nachfrage, als auch auf die Angebotsseite abzielen; zusätzlich müssen Rahmenbedingungen gestärkt werden, die einen effizienten Austausch zwischen beiden Marktseiten ermöglichen.

Abbildung 93: Kernstrategien zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen



Quelle: eigene Darstellung

10.5.3 Timing der Einzelinstrumente

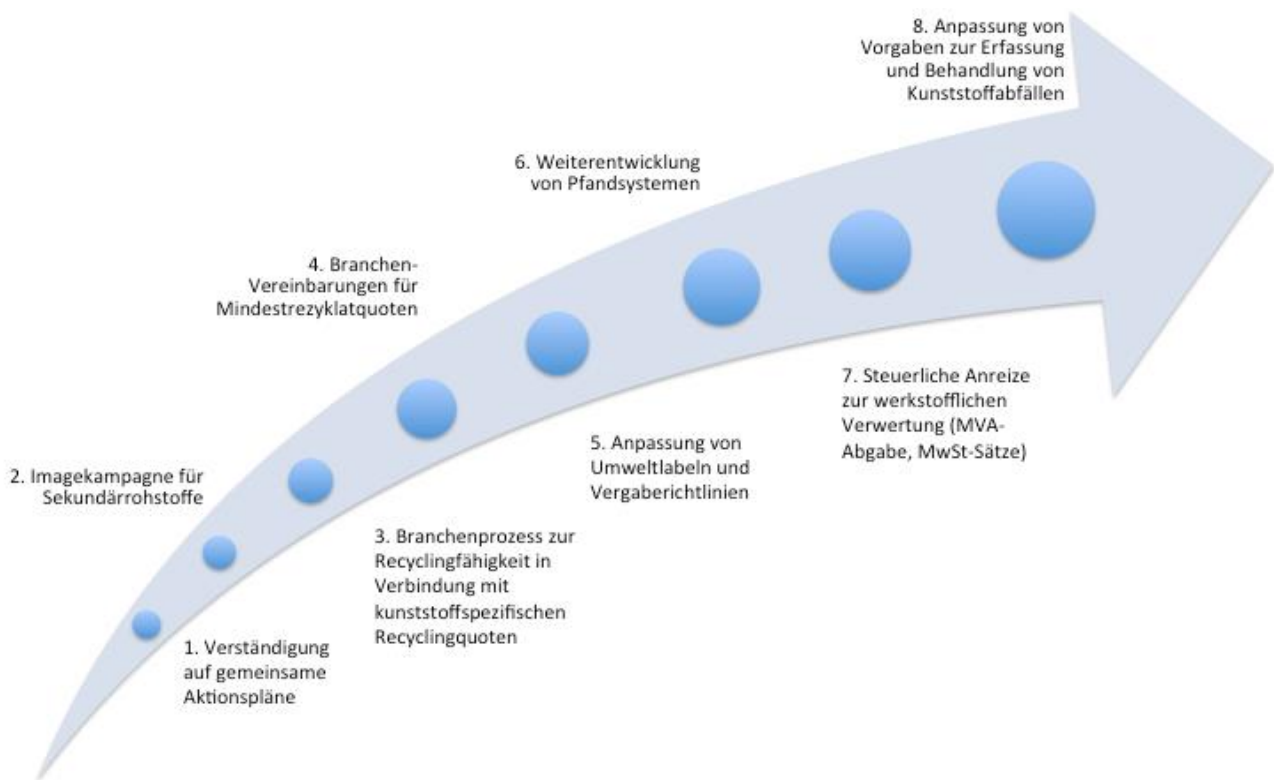
Zur Entwicklung einer konsistenten Strategie gehört neben der inhaltlichen Koordination der Einzelmaßnahmen und Instrumente zwingend auch eine Vorstellung der Entwicklung im Zeitablauf. Betrachtet man die unterschiedlichen Instrumente, so bauen diese teilweise aufeinander auf oder erfordern zu ihrer Umsetzung deutlich unterschiedlich lange Vorlaufzeiten, so wird beispielsweise der Start einer Imagekampagne für Sekundärkunststoffe deutlich schneller zu bewerkstelligen sein als eine Überarbeitung bestehender Regelungen zu Pfandsystemen oder Recyclingvorgaben, die teilweise auch eine Abstimmung auf europäischer Ebene erfordern werden.

Die folgende Abbildung stellt einen möglichen Zeitplan für die im Rahmen dieses Projektes beschriebenen Maßnahmen und Instrumente dar, der sich über einen Zeitraum von bis zu fünf Jahren erstrecken dürfte. Ziel dieses Prozesses soll eine Verbesserung sowohl der Sammlung (verbesserte Getrennterfassung) als auch der Verwertung von Kunststoffabfällen sein. Die Ergebnisse dieses Forschungsprojekts können dabei nur Ausgangspunkt eines solchen Prozesses darstellen, notwendig wäre im ersten Schritt eine gemeinsame Verständigung aller Akteure entlang der Wertschöpfungskette auf ein gemeinsames Problemverständnis und konkrete Maßnahmen mit Bezug auf die drei Kernstrategien (Schritt 1). Konsens dürfte dabei die Notwendigkeit für eine Imagekampagne Sekundärkunststoffe sein, die auch aufgrund ihrer notwendigen Vorlaufzeit für tatsächliche Einstellungsänderungen als Schritt 2 angegangen werden sollte.

Ein Branchenprozess zur Verbesserung der Recyclingfähigkeit von kunststoffhaltigen Produkten in Verbindung mit der Festlegung kunststoffspezifischer Recyclingquoten (Schritt 3) sowie die Entwicklung von Branchenvereinbarungen für Mindestrezyklatquoten (Schritt 4) könnten daran anschließen, weil sie im Gegensatz zur Anpassung von Umweltlabeln und Vergaberichtlinien sowie der Weiterentwicklung von Pfandsystemen (Schritt 5 und 6) nicht auf komplexen Anpassungen der rechtlichen Rahmenbedingungen beruhen. Insbesondere bei den steuerlichen Anreizen zur werkstofflichen Verwertung sowie der Anpassung von Vorgaben zur Erfassung und Behandlung von Kunststoffabfällen ergäben sich aus der Betrachtung der Einzelinstrumente deutliche Vorteile eines auf EU-Ebene koordinierten Vorgehens, so dass hier vermutlich die längsten Vorlaufzeiten zu erwarten sein dürften.

Die dargestellte zeitliche Abfolge der Instrumente bedeutet natürlich nicht, dass einzelne Instrumente erst nach (erfolgreichem) Abschluss eines Ansatzes angegangen werden können. Hier bedarf es eines iterativen Vorgehens, bei dem z.B. auch Zeitfenster zur Reform politischer Rahmenbedingungen zu berücksichtigen sind.

Abbildung 94: Mögliche Zeitschiene für die Umsetzung der Einzelinstrumente



Quelle: eigene Darstellung

10.5.4 Schlussfolgerungen

Auf Basis dieser Überlegungen zur Entwicklung eines Policy-Mix zur Steigerung des Einsatzes von Sekundärkunststoffen lässt sich festhalten, dass einerseits eine ganze Reihe potentieller Ansatzpunkte identifiziert werden kann, andererseits keines dieser Instrumente allein die vielfältigen Hemmnisse im gewünschten Ausmaß zu adressieren in der Lage ist. Insofern zeigt sich deutlich die Notwendigkeit eines koordinierten und längerfristig angelegten Ansatzes.

Die beschriebenen Push-, Pull- und Marktentwicklungsstrategien können dabei als Struktur verstanden werden, die identifizierten technischen Potenziale zur Steigerung des Sekundärkunststoffeinsatzes systematisch zu erschließen. Gleichzeitig erfordert der gesteigerte Einsatz von Sekundärkunststoffen einen funktionierenden Marktprozess, für den Rahmenbedingungen gesetzt werden müssen, der aber nicht erzwungen werden kann: In vielen Bereichen sind Sekundärkunststoffe aus unterschiedlichen Gründen noch deutlich von einer Wettbewerbsfähigkeit entfernt, so dass hier Prozesse angestoßen werden können, die sich aber erst mittelfristig tatsächlich in konkreten Marktanteilen widerspiegeln werden.

Ein erfolgreicher Policy-Mix wird eine ausbalancierte Mischung aus marktbasierenden, ordnungsrechtlichen und informatorischen Instrumenten erfordern, wie sie hier im Einzelnen beschrieben wurden: Auch hier zeigt sich die Komplexität technischer, ökonomischer, informatorischer und rechtlicher Hemmnisse, die jeweils spezifisch angegangen werden müssen. Daneben wird aber auch deutlich, dass ein wesentliches Element eines solchen Policy-Mix ein stärker koordiniertes Vorgehen von der kommunalen bis hin zur europäischen Ebene darstellen muss. Dabei steigt der Koordinationsbedarf kontinuierlich entlang der Wertschöpfungskette – von der in vielen Bereichen im Rahmen der kommunalen Selbstverwaltung regulierten Abfallanfallstelle, über die primär auf nationaler Ebene defi-

nierte und auf Länderebene umgesetzte Abfallgesetzgebung bis hin zum Einsatz von Sekundärkunststoffen, über den im Rahmen häufig europäischer bis hin zu globalen Lieferketten entschieden wird. Als ein Ergebnis dieses Forschungsprojekts kann damit auch festgehalten werden, dass die von der Europäischen Kommission (zum Beispiel im Fahrplan für ein ressourceneffizientes Europa, Europäische Kommission 2013) geforderte Betrachtung von Abfall als Ressource eine deutlich verbesserte Koordination dieser Einzelebenen erfordern wird – was damit aber deutlich über die Betrachtung von Kunststoffen hinausgeht.

11 Quellenverzeichnis

- Akerlof, G. A. (1970): The Market for 'Lemons': Quality Uncertainty and the Market Mechanism. The Quarterly Journal of Economics, 1970, 84(3), S. 488-500.
- Albers, H. et al. (2009): Recycling von Rotorblättern aus Windenergieanlagen – Fakt oder Fiktion?, in DEWI MAGAZIN NO. 34.
- Alwast, H., Hoffmeister, J. u. Paschla, H. (2003): 2005 oder „5 vor 12“? Müll und Abfall, Bd. 34.
- Alwast, H. (2009) Ersatzbrennstoffmarkt in Deutschland. In: Recycling Magazin (Hrsg.): Recycling Almanach 2009. Eltville. S. 150-153.
- Alwast, H. (2014): Abfallwirtschaft im Gleichgewicht? Entwicklung von Restabfallmengen und die künftig notwendigen Behandlungskapazitäten in Deutschland. Vortrag auf der IFAT 2014. http://www.prognos.com/fileadmin/pdf/publikationsdatenbank/140508_HAL_IFAT-Vortrag.pdf; abgerufen am 23.7.2013.
- American Chemistry Council (2012): Chemistry and Light Vehicles. <http://www.plastics-car.com/lightvehiclereport>; abgerufen am 23.7.2013.
- American Chemistry Council (2014): ACC's Plastics Division Forms New Plastics-to-Oil Technologies Alliance, Washington. <http://www.americanchemistry.com/Media/PressReleasesTranscripts/ACC-news-releases/ACCs-Plastics-Division-Forms-New-Plastics-to-Oil-Technologies-Alliance.html>; abgerufen am 15.02.2014.
- APK AG (2014): <http://www.apk-ag.de/>; abgerufen am 15.01.2014.
- ASTM (2012): ASTM International. www.astm.org; abgerufen am 29.09.2015.
- Bahn-Walkowiak, B., Wilts, H., Bleischwitz, R., Sanden, J. (2010): Differenzierte Mehrwertsteuersätze zur Förderung eines ressourceneffizienteren Konsums. Dezember 2010, Wuppertal.
- Bahr, A., Vogt, V., Djawadi, H. (1980): Forschungsprogramm Wiederverwertung von Kunststoffabfällen – Schlußbericht zum Teilprojekt 4: Sortierung von Kunststoffabfällen, Institut für Aufbereitung an der Technischen Universität Clausthal.
- Bartosch, A. (2010): Materielle Selektivität und Europäische Beihilfenkontrolle - Ein Diskussionsbeitrag zum derzeitigen Stand der Gemeinschaftsrechtsprechung, EuZW 2010, 12.
- Basel Convention (2013a) (Hrsg.): Protocol of the 11. COP Meeting, May 2013. <http://synergies.pops.int/Portals/4/download.aspx?d=UNEP-CHW.11-24.English.pdf>; abgerufen am 12.10.2013.
- Basel Convention (2013b): Development of Technical Guidelines on e-waste. <http://www.basel.int/Implementation/TechnicalMatters/DevelopmentofTechnicalGuidelines/Ewaste/tabid/2377/Default.aspx>; abgerufen am 19.10.2013.
- Beckmann, M. (2008): Das deutsche Abfallrecht als Instrument des Klimaschutzes und der Ressourcenschonung. AbfallR 2008, S. 65.
- Beckmann, M. (2010): Abfallhierarchie und gesetzliche Überlassungspflichten im Arbeitsentwurf des KrWG, AbfallR 2010, 54 ff.
- Beckmann, M. (2012): In: Landmann/Rohmer: Umweltrecht. Loseblattkommentar, München, Kommentierung zu § 35 KrWG (Stand 6/2012)
- Beckmann, M. (2014): In: Landmann/Rohmer: Umweltrecht, Loseblattkommentar, München. Kommentierung zu § 8 KrWG (Stand 1/2014)
- Beinert, CH. (2014): Entgasen von Polymerschmelzen. 16. Fachworkshop Gerüche und Emissionen von Kunststoffen, 24./25. Mai 2014, Kassel.
- Bieber, T. (2012): Energiesteuerbegünstigungen als staatliche Beihilfen, EuZW 2012, 257.
- BIO Intelligence Service (2011): Mudgal, Shailendra; Lyons, Lorcan; Bain, Jonathan; Dias, Débora; Faninger, Thibault; Johansson, Linda; Dolley, Phil; Shields, Lucy; Bowyer, Catherine

- (2011): Plastic Waste in the Environment. European Commission DG ENV. April 2011, Paris.
- BIO Intelligence Service (2013a): Mudgal, Shailendra; Lyons, Lorcan; Kong, Mary Ann (2013): Study on an increased mechanical recycling target for plastics. Final Report im Auftrag von Plastics Recyclers Europe. August 2013, Paris.
- Biondi, A. (2013): State aid is falling down, falling down: an analysis of the case law on the notion of aid. Common Market Law Review, 50(6) 2013, 1719-1744.
- Birk, D. (2013): Steuerrecht, 16. Aufl., Heidelberg 2013.
- Birnstiel, A.; Bungenberg, M.; Heinrich, H. (2013): Europäisches Beihilfenrecht. Baden -Baden: Nomos, 2013.
- BITKOM (2012): Fast 86 Millionen Alt-Handys zu Hause, Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., Presseinformation vom 9. Dezember 2012, Berlin.
- Blauer Engel (2012): RAL-UZ 30a Produkte aus Recycling-Kunststoffen (Ausgabe Mai 2012). http://www.blauer-engel.de/de/produkte_marken/produktsuche/produkttyp.php?id=411; abgerufen am 14.03.2013.
- Bleischwitz, R., Bahn-Walkowiak, B., Wilts, H. (2010): Ressourcenpolitik zur Gestaltung der Rahmenbedingungen. Abschlussbericht des Arbeitspaketes 3 des Projektes „Materialeffizienz und Ressourcenschonung MaRes“ 3.13. Wuppertal 2010.
- Bleischwitz, R.; Jacob, K.; Rennings, K. (2010): Ressourcenpolitik – ein neues Politikfeld. Paper zu Arbeitspaket 3 des Projekts MaRes, Wuppertal 2010. http://ressourcen.wupperinst.org/downloads/MaRes_AP3_2.pdf; abgerufen am 31.07.2014.
- BMW (2012): http://www.bmw-i.de/de_de/concept/; abgerufen am 04.02.2013.
- Böhme, A. (2011): Recycling von PUR (Vortrag), Kunststoff-Zentrum in Leipzig GmbH.
- Both, G. et al. (2005): Status Quo der Gewerbe- und Baumschabfallaufbereitung in NRW, Müll und Abfall 12, 2005.
- British Plastics Federation (2009)(Hrsg.): Use of nano materials in plastic articles, London 22.05.2009. http://www.bpf.co.uk/Press/nanoparticles_statement.aspx; abgerufen am 12.10.2013.
- Brünglinghaus, C. (2013): K wie Kunststoff, Redaktion Springer für Professionals. <http://www.springerprofessional.de/k-wie-kunststoff/4742972.html>; abgerufen am 19.02.2014.
- Buchert, M.; Manhart, A.; Bleher, D.; Pingel, D. (2012): Recycling kritischer Rohstoffe aus Elektronik-Altgeräten. LANUV-Fachbericht. Recklinghausen
- Buman, Dominique de (2010): Motion 10.3850 – „Stopp der Verschmutzung durch Wegwerf-Plastiksäcke“, Bern 2010. http://www.kvs.ch/doc/doc_download.cfm?random_param=590; abgerufen am 12.10.2013.
- BUND (2010) (Hrsg.): Kreislauf- und Abfallwirtschaftsgesetz nachbessern! BUND: Weniger Müllverbrennung, mehr Abfallvermeidung und Recycling erforderlich, Pressemitteilung v. 23.09.2010. <http://www.bund.net/nc/presse/pressemitteilungen/detail/artikel/kreislauf-und-abfallwirtschaftsgesetz-nachbessern-bund-weniger-muellverbrennung-mehr-abfall-verme/>; abgerufen am 31.07.2014.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (2010a): REACH-clp helpdesk: Besonderheiten bei Polymeren und Monomeren, REACH-Info 3, 3. Aufl., Dortmund 2010. http://www.reach-clp-biozid-helpdesk.de/de/Publikationen/REACH-Broschueren_content.html#doc2273278bodyText9; abgerufen am 12.10.2013.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (2010b) (Hrsg.): TRGS 402: „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“, Ausgabe Januar 2010, berichtigt GMBI 2011 Nr. 9, S. 175.

- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) (2012): Die Zulassung unter REACH. REACH-Info Nr. 10, Dortmund.
- Bundeskartellamt (2012): Sektoruntersuchung duale Systeme - Zwischenbilanz der Wettbewerbsöffnung Bericht gemäß § 32e GWB - Dezember 2012, Abschlussbericht.
- Bundeskartellamt (2014): Bericht des Bundeskartellamtes über seine Tätigkeit in den Jahren 2013/2014 sowie über die Lage und Entwicklung auf seinem Aufgabengebiet. Deutscher Bundestag, Drucksache 18/5210.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2012): r3 – Strategische Metalle und Mineralien. http://www.fona.de/mediathek/r3/pdf/r3_Flyer_barrierefrei_DE.pdf; abgerufen am 14.03.2013.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU), Umweltbundesamt (UBA) (2009): Umweltzeichen und Klimaschutz - Blauer Engel für klimarelevante Produkte; Informationspapier, 2009.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) (2010) (Hrsg.): Begründung des Referentenentwurfs für ein KrWG v. 06.08.2010. <http://www.bmu.de/abfallwirtschaft/downloads/doc/45401.php>; abgerufen am 12.10.2013.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) (2011) (Hrsg.): Arbeitsentwurf des BMU für ein Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess). Stand 07.04.2011, Berlin 2011. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/progress_entwurf.pdf; abgerufen am 12.10.2013.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) (2011) (Hrsg.): Arbeitsentwurf des BMU für ein Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess). Stand 07.04.2011, Berlin 2011. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/progress_entwurf.pdf; abgerufen am 12.10.2013.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMU) (2013): Elektro- und Elektronikgeräte in Deutschland: Daten 2009 und 2010 zur Erfassung, Behandlung und Wiederverwendung. http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/elektro_daten_2010_bf.pdf; abgerufen am 20.11.2013.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (Hrsg.) (2013): Jahresbericht über die Altfahrzeug-Verwertungsquoten in Deutschland im Jahr 2012, Berlin. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Abfallwirtschaft/jahresbericht_alfahrzeug_2012_bf.pdf; abgerufen am 23.05.2015.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (Hrsg.) (2015): FAQ Plastiktüten, <http://www.bmub.bund.de/service/buergerforum/haeufige-fragen-faq/faq-plastiktueten/>; abgerufen am 29.09.2015.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) (Hrsg.) (2015), Entwurf eines Gesetzes zur Modernisierung des Vergaberechts (Umsetzung der EU-Vergaberichtlinien 2014) (Vergaberechtsmodernisierungsgesetz – VergModG), Berlin, 30.04.2015.
- Bundesrat (2013a) (Hrsg.): Empfehlungen der Ausschüsse EU - U – Wi zu Punkt ...der 910. Sitzung des Bundesrates am 7. Juni 2013, BR-Drs. 262/1/13. http://www.bundesrat.de/cln_320/nn_1934482/SharedDocs/Drucksachen/2013/0201-300/262-1-13,temp-lateld=raw,property=publicationFile.pdf/262-1-13.pdf; abgerufen am 12.10.2013.
- Bundesrat (2013b): BR-Drs. 188/13 (Beschluss), 03.05.2013.
- Bundesregierung (2009): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Jan Korte, Eva Bulling-Schröter, Hans-Kurt Hill und der Fraktion DIE LINKE, Aktuelle Situation der Müllverbrennung und Ersatzbrennstoffnutzung, Drucksache 16/13843. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/16/138/1613889.pdf>; abgerufen am 30.07.2014.
- Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e.V. (BDE) (2013): 7. UAP: BDE begrüßt Abkehr von der Deponierung recyclerbarer Abfälle, 25.04.2013. <http://www.recyclingportal.eu/artikel/30462.shtml>; abgerufen am 18.10.2013.

- Bundesverband WindEnergie e. V. (BWE) (2012): Repowering von Windenergieanlagen Effizienz, Klimaschutz, regionale Wertschöpfung, Berlin.
- Bvse (2009). Recyclingmärkte stützen. Online-Artikel vom 01.04.2009. http://www.bvse.de/2/2737/Recyclingmaerkte_stuetzen_; abgerufen am 10.04.2015.
- Bvse (2011) (Hrsg.): bvse: Stellungnahme der Europäischen Kommission legt Finger in die offenen Wunden des Gesetzentwurfes. Pressemitteilung vom 11.07.2011. http://www.bvse.de/2/4805/bvse__Stellungnahme_der_Europaeischen_Kommis-sion_legt_Finger_in_die_offenen_Wunden_des_Gesetzentwurfes; abgerufen 08.08.2014
- Bvse (2013a) (Hrsg.), AG Mischkunststoffe im bvse begrüßt "Green Fence- Politik" in China. Pressemitteilung vom 26.04.2013. http://www.bvse.de/33/6405/AG_Mischkunststoffe_im_bvse_begruesst__Green_Fence__Politik__in_China; abgerufen am 12.10.2013.
- Bvse (2013b): Klarstellung zu Prodi-Vorschlag „Herstellungsverbot für Kunststoffe“ bei bvse-Jahrestagung, 10.10.2013. http://plasticker.de/Kunststoff_News_20312_bvse_Klarstellung_zu_Prodi_Vorschlag_Herstellungsverbot_fuer_Kunststoffe_bei_bvse_Jahrestagung; abgerufen am 19.10.2013.
- Bvse (2013c) (Hrsg.): AG Mischkunststoffe im bvse begrüßt "Green Fence- Politik" in China, Pressemitteilung vom 26.04.2013. http://www.bvse.de/33/6405/AG_Mischkunststoffe_im_bvse_begruesst__Green_Fence__Politik__in_China; abgerufen am 19.10.2013.
- Californians Against Waste (2012): Jan 17 – RPPC Program Updates Adopted. Will Increase Demand for Postconsumer Plastics. http://www.cawrecycles.org/whats_new/recycling_news/jan17_rppc_regs; abgerufen am 31.07.2014
- Cameron, E. (o.J.): Innovations in the Field of Waste Prevention – Exploring how Local Municipalities Finance Waste Prevention.
- Cantner, J.; Gerstmayr, B.; Pitschke, T.; Tronecker, D.; Hartleitner, B.; Kreibe, S. (2010): Bewertung der Verpackungsverordnung - Evaluierung der Pfandpflicht. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Forschungskennzahl 3708 93 303.
- CFK Valley (2014): <http://www.cfk-recycling.com/>; abgerufen am 15.01.2014.
- Charnovitz, S. (2007): The WTO's Environmental Progress, Journal of International Economic Law 10 (2007), 685 ff.
- Christiani, J. (2013): Anforderungen an recyclingfähige Verpackungen und Waren. http://cycloshp.de/fileadmin/templates/img/1__Christiani-cyclos-congress-18.06.2013.pdf; abgerufen am 29.9.2015.
- Consultic Marketing & Industrieberatung GmbH (2011) (Hrsg.): Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2011, Kurzfassung, Alzenau 2011. http://www.bkv-gmbh.de/fileadmin/fuerRedakteur/downloads/PDF/Marktforschung/Consultic_2011__31_08_2012__Kurzversion.pdf; abgerufen am 27.09.2013.
- Consultic Marketing & Industrieberatung GmbH (2012): Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2011, Alzenau.
- CreayCycle (2012): Der CreaSolv® Prozess. <http://www.creacycle.de/DerCreaSolvProzessQQid-20-38QQlang-german.html>; abgerufen am 02.11.2012.
- Deutsche Biomethanolfabrik (DeBioM) (2012): Blue Planet Bio-Energy Deutschland GmbH. <http://www.debiom.eu/>; abgerufen am 31.07.2014.
- Dehne, I., Oetjen-Dehne, R., Kanthak, M. (2011): Aufkommen, Verbleib und Ressourcenrelevanz von Gewerbeabfällen; UBA-Texte 19/2011, Dessau-Roßlau.

- Dehne, I., Oetjen-Dehne, R., Siegmund, N., Dehoust, G., Möck, A. (2014): Stoffstromorientierte Lösungsansätze für eine hochwertige Verwertung von gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen, FKZ 3712 93 312, UBA-Texte 18/2015, Dessau-Roßlau.
- Dehoust, G., Schüler, D. (2007): Ökobilanzielle Untersuchung zur Verwertung von FCKW- und KW-haltigen Kühlgeräten. Endbericht.
- Dehoust, G., Christiani, J. (2012): Analyse und Fortentwicklung der Verwertungsquoten für Wertstoffe Sammel- und Verwertungsquoten für Verpackungen und stoffgleiche Nicht-verpackungen als Lenkungsinstrument zur Ressourcenschonung; UBA-Texte 40/2012, Dessau.
- Delgado, A. C., Barruetaña, L., Salas, O. (2007): Assessment of the Environmental Advantages and Drawbacks of Existing and Emerging Polymers Recovery Processes, JRC Technical and Scientific Reports, Luxembourg.
- Department of Finance and Personnel (2006): Guidance for project sponsors and project managers. Guidance Note 2: Targets for Recycling. http://www2.wrap.org.uk/downloads/scg_guide__gn2_.71293b5d.4090.pdf; abgerufen am 15.05.2014.
- Derenne, J.; Citron, P.; Domecq, M.; Mylrea-Lowndes, T. (2014): Recent Developments in State Aid Law. Journal of European Competition Law & Practice 2014, Vol. 5, No. 1, 53-61.
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2013): Umwelt Abfallentsorgung 2011, Fachserie 19, Reihe 1, Wiesbaden.
- Deutscher Bundestag (2004) (Hrsg.), Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (15. Ausschuss) zu dem Antrag der Abgeordneten Birgit Homburger, Angelika Brunkhorst, Michael Kauch, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP – Drucksache 15/2010 – Entsorgung von Gewerbeabfall unbürokratisch und einfach gestalten, Drucksache 15/3757 v. 23. 09. 2004. <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/15/037/1503757.pdf>; abgerufen am 13.10.2013.
- Deutscher Bundestag (2007) (Hrsg.), BT-Drs. 13/7761 v. 26.05.1997, S. 1.
- Deutscher Bundestag (2013) (Hrsg.): Abschlussbericht Enquetekommission des Deutschen Bundestages „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität – Wege zu nachhaltigem Wirtschaften und gesellschaftlichem Fortschritt in der Sozialen Marktwirtschaft“ vom 03.05.2013, BT-Drs. 17/13300.
- Deutscher Fachverlag (DFV)(2008): Misstrauen in die Tonne - Recycling-Kunststoff setzt sich nur langsam bei Mülltonnen durch. <http://www.ask-eu.de/default.asp?Menu=20&ArtikelPPV=12585#>; abgerufen am 31.07.2014.
- Deutsche Wirtschafts Nachrichten (2013): Brüssel in Geldnot: EU will Steuer für Plastiktüten einführen. Deutsche Wirtschafts Nachrichten, 08.03.13. <http://deutsche-wirtschafts-nachrichten.de/2013/03/08/bruessel-in-geldnot-eu-will-steuer-fuer-plastiktueten-einfuehren/>; abgerufen am 31.07.2014.
- Dijkgraaf, E.; Vollebergh, H.R.J. (2003): Burn or bury? A social cost comparison of final waste disposal methods. Rotterdam, Tilburg.
- Dijkgraaf, E.; Vollebergh, H.R.J. (2004): Burn or bury? A social cost comparison of final waste disposal methods," Ecological Economics, Elsevier, vol. 50(3-4), pages 233-247.
- DKR (2012): Specifications of DKR. <http://www.dkr.de/en/downloads/specifications.html>; abgerufen am 31.07.2014.
- DKRaastoffer (2012): Hedegaard, Kim (Scrap Solutions); Jorn, Gisela (Grüner Punkt): Telefoninterview.
- Dolde, K.-P., Vetter, A. (2001): Abfallwirtschaftsplanung nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, NVwZ 2001, 1103-1108.
- Duales System Deutschland GmbH (2014): Wertstoffkreislauf PET. <http://www.gruener-punkt.de/corporate/verbraucher/fragen-und-antworten/wertstoffkreislauf-pet.html>; abgerufen am 17.02.2014.

- Duales System Holding GmbH & Co. KG (2012a): DSD baut Recycling-Geschäft weiter aus. Pres-
seninformation vom 06.06.2012. <http://www.grue-ner-punkt.de/corporate/presse/presseinformationen/presseinformation/article/dsd-baut-recycling-geschaeft-weiter-aus.html>; abgerufen am 31.07.2014.
- Duales System Holding GmbH & Co. KG (2012b): Dr. Ing. Heyde, Michael: Recycling von Post-
Consumer Kunststoff Verpackungen – ein Beitrag zur nachhaltigen industriellen Res-
ourcenwirtschaft. Tagung Kreislaufwirtschaft im Fokus: Rohstoffe sichern, Wettbe-
werbstärken!. Iserlohn, 11.12.2012.
- Dubois, M. (2013): Towards a coherent European approach for taxation of combustible waste,
Waste Management 33 (2013) 1776 (1778 f.).
- Durner, W. (2011): Möglichkeiten der Verbesserung förmlicher Verwaltungsverfahren am Beispiel
der Planfeststellung ZUR 2011, 354-363.
- EAR (Stiftung Elektro-Altgeräte Register) (2013): Jahres-Statistik-Meldung. https://www.stiftung-ear.de/service_und_aktuelles/kennzahlen/jahres_statistik_meldung; abgerufen am
25.02.2014
- ECHA (2010): Leitlinien zu Abfall und zurückgewonnenen Stoffen. Helsinki. https://echa.eu-ropa.eu/documents/10162/13632/waste_recovered_de.pdf, abgerufen am 29.9.2015
- Eco-World (2012): VEBA versteigert Kohleöl-Anlage Bottrop (KAB) über das Internet.
<http://www.eco-world.de/service/news/archiv/1549/index.html>; abgerufen am
06.11.2012
- EEA (European Environment Agency) (2013): Managing municipal solid waste - a review of
achievements in 32 European countries. EEA-Report 2/2013, Kopenhagen.
- EEA (European Environment Agency) (2014): Waste prevention in Europe – the status in 2013.
EEA-Report 8/2014, Kopenhagen.
- Eitel, B. (2009): Die Konkretisierung der abfallrechtlichen Produktverantwortung für Reifen in
Deutschland. Baden-Baden.
- Ekins, P. (2010): Eco-innovation for environmental sustainability: concepts, progress and policies.
In: Int Econ Econ Policy (2010) 7:267–290, doi: 10.1007/s10368-010-0162-z.
- Elsner, B.R./Kaltenborn, M. (2005): Sonderabgaben im Steuerstaat, JA 2005, 823 (824).
- EMPA (2009): Material Composition. <http://www.ewasteguide.info/node/4074>; abgerufen am 25.
Oktober 2012.
- EMPA (o.J.): Ein Handy. http://www.empa.ch/plugin/template/empa/*/116840; abgerufen am
17.02.2014.
- Enerkem (2012): Process. <http://enerkem.com/en/technology-platform/process.html>; abgerufen am
07.11.2012
- EPBP (o.J.): Design Guidelines. <http://www.epbp.org/design-guidelines>; abgerufen 29.9.2015.
- Epiney, A. (2013): Umweltrecht der EU, 3. Aufl., Baden-Baden 2013.
- Epiney, A. /Heuck, J. (2011): RL 2008/98/EG vom 19. November 2008 (Abfallrahmenrichtlinie),
Kommentar, in: Fluck, J. (Hrsg.), Kreislaufwirtschafts-, Abfall- und Bodenschutzrecht,
Kommentar, 9313, Heidelberg u.a., Juni 2011.
- EuCertPlast (2012a): EuCertPlast Audit Scheme, version 3.4 (final), ECO/o8/239004/SI2.5535638,
September 2012. Free download from webpage: [http://www.eucertplast.eu/up-loads/downloads/audit-scheme-3-4-english.pdf](http://www.eucertplast.eu/uploads/downloads/audit-scheme-3-4-english.pdf); abgerufen am 29.09.2015
- EuCertPlast (2012b): Press release 16th of July.
<http://www.eucertplast.eu/uploads/downloads/press-release.pdf>; abgerufen am
31.07.2014.
- EuCertPlast (2013): Qualifikation der Prüfer. <http://www.eucert-plast.eu/uploads/downloads/auditors-requirements---german.pdf>; abgerufen am
15.10.2013.

- Europäische Kommission (2003) (Hrsg.): Entwurf eines Beschlusses der Kommission über die Nicht-aufnahme von 2,4,4'-Trichloro-2'-hydroxydiphenylether in das in der Richtlinie 2002/72/EG enthaltene Gemeinschaftsverzeichnis von Additiven, die bei der Herstellung von Materialien und Gegenständen aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen, verwendet werden dürfen, Brüssel, K(2010) endgültig, D007617/03.
- Europäische Kommission (2003a): BERICHT DER KOMMISSION AN DEN RAT UND DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT ÜBER DIE UMSETZUNG DES GEMEINSCHAFTSRECHTS Richtlinie 75/442/EWG über Abfälle, Richtlinie 91/689/EWG über gefährliche Abfälle, Richtlinie 75/439/EWG über die Altölbeseitigung, Richtlinie 86/278/EWG über Klärschlamm und Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle FÜR DEN ZEITRAUM 1998-2000. KOM(2003) 250 endgültig/3. Brüssel 2003.
- Europäische Kommission (2013a): Grünbuch zu einer Europäischen Strategie für Kunststoffabfälle in der Umwelt. COM (2013) 123 final/2. Brüssel. http://ec.europa.eu/environment/waste/pdf/green_paper/green_paper_de.pdf; abgerufen am 31.07.2014.
- Europäische Kommission (2013b) (Hrsg.): Vorschlag für einen Beschluss des Rates über den Standpunkt, der im Namen der Europäischen Union auf der elften Tagung der Konferenz der Vertragsparteien des Basler Übereinkommens über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung im Hinblick auf Änderungen der Liste von Abfällen in Anlage IX (Liste B) des Übereinkommens einzunehmen ist, Brüssel, den 22.02.2013, COM(2013) 93 final, 2013/0055 (NLE). <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0093:FIN:DE:PDF>; abgerufen am 12.10.2013.
- Europäische Kommission (2013c): End-of-waste Criteria for waste plastic for conversion. Technical Proposal, Final Draft report 2013. Sevilla. <http://susproc.jrc.ec.europa.eu/activities/waste/documents/EoWPlasticsfinalDrepMar2013WEB.pdf>; abgerufen 30.07.2014.
- Europäische Kommission (2013d): Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle im Hinblick auf eine Verringerung der Verwendung von Kunststofftüten, 2013/0371 (COD) vom 4.11.2013. http://www.europarl.europa.eu/meet-docs/2009_2014/documents/com/com_com%282013%290761_/com_com%282013%290761_de.pdf; abgerufen 8.8.2014.
- Europäische Kommission (2014a) (Hrsg.): Arbeitsunterlage der Kommissionsdienststellen – Zusammenfassung der Folgenabschätzung, SWD(2014) 208 final. Begleitunterlage zum Vorschlag für eine Richtlinie des EP und des Rates zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG etc, SWD(2014) 208 final vom 2.7.2014. http://ec.europa.eu/smart-regulation/impact/ia_carried_out/docs/ia_2014/swd_2014_0208_en.pdf; abgerufen 8.8.2014.
- Europäische Kommission (2014b), Mitteilung "Leitlinien für staatliche Umweltschutz- und Energiebeihilfen 2014-2020" (EEAG) (2014/C 200/01), Abl. Nr. C 200, 28.06.2014, 1 (EE
- Europäische Kommission (2014c): End-of-waste criteria for waste plastic for conversion. JRC Technical Reports. <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/111111111/33010/1/2014-jrc91637%20.pdf>, abgerufen am 29.9.2015.
- Europäischer Wirtschaftsdienst Recycling und Entsorgung (EUWID RE) (2010): Kurth: Private haben früh vor Überkapazitäten gewarnt. Ausgabe 2/2010, S. 2.
- Europäischer Wirtschaftsdienst Recycling und Entsorgung (EUWID RE) (2011): Preise für Müllverbrennung entwickeln sich regional unterschiedlich. Meldung vom 13.12.2011. <http://www.euwid-recycling.de/news/maerkte/einzelansicht/Artikel/preise-fuer-muellverbrennung-entwickeln-sich-regional-unterschiedlich.html>; abgerufen am 14.4.2012.
- European Committee for Standardization (CEN) (2012): www.cen.eu; abgerufen am 31.07.2014.
- European PET Bottle Platform (EPBP) (o.J.): Design Guidelines. http://www.petbottle-platform.eu/design_guidelines.php; abgerufen am 31.07.2014.

- European Plastics Converters (EUPC) (2012): The European Market for Plastics Automotive Components. <http://www.plasticsconverters.eu/markets/automotive>; abgerufen am 7.11.2012.
- European Plastics Recyclers Association (EuPR) (2010): How to increase the mechanical recycling of post-consumer plastics. Brussels.
- European Topic Centre on Sustainable Consumption and Production (ETC) (2013): Approaches to using waste as a resource: Lessons learnt from UK experiences. Kopenhagen, Dänemark.
- EUWID (2013a) (Hrsg.): bvse erneuert Positionen zu ElektroG gegenüber BMU, 21.02.2013. <http://www.euwid-recycling.de/news/wirtschaft/einzelansicht/Artikel/bvse-erneuert-positionen-zu-elektrog-gegenueber-bmu.html>; abgerufen am 12.10.2013.
- EUWID (2013b) (Hrsg.): Optierungszeiträume im ElektroG sollen verlängert werden, 16.05.2013. <http://www.euwid-recycling.de/news/politik/einzelansicht/Artikel/optierungszeitraeume-im-elektrog-sollen-verlaengert-werden.html>; abgerufen am 12.10.2013.
- Faßbender, K. (2011): Abfallhierarchie, Vermeidungsprogramme, Recyclingquoten – Wirksame Instrumente für Vermeidung und Ressourcenschutz? AbfallR 2011, 165 ff..
- Fiebig-Bauer, E. (2007): Ressourcenschonung durch das KrW-/AbfG. Baden-Baden.
- Field, A. (2002): In: HM Treasury (Hrsg.): UK Environmental Tax Policy and Climate Change Levy. Brussels, 2002.
- Finnveden, G., Ekvall, T., Arushanyan, Y. (2002): Policy Instruments towards a Sustainable Waste Management, Sustainability 2013, 5, 841-881; Andrew Field, in: HM Treasury (Hrsg.), UK Environmental Tax Policy and Climate Change Levy, Brussels, 2002.
- Flasbarth, J. (2013): Zukunftsfähigkeit durch Kreislaufwirtschaft, Rede auf der Veranstaltung zum 20-jährigen Jubiläum der Sonderabfallmanagement GmbH in Rheinland Pfalz am 1. Juli 2013 in Mainz. http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/dokumente/flasbarth_sonderabfallmanagement_gmbh_zukunftsaehigkeit_durch_kreislaufwirtschaft.pdf; abgerufen am 13.10.2013.
- Fluck, J. (2007): REACH und Abfall. AbfallR 2007, 14 ff.
- Focus (2013): Grüne für Steuer auf Plastiktüten von 22 Cent. http://www.focus.de/politik/deutschland/umwelt-gruene-fuer-steuer-auf-plastiktueten-von-22-cent_aid_936239.html; abgerufen am 22.03.2013.
- Focus (2014): Nachhaltigkeitsrat fordert Pfand auf Handys. http://www.focus.de/finanzen/news/rohstoffe-wiederverwenden-nachhaltigkeitsrat-fordert-pfand-auf-handys_id_3609491.html; abgerufen am 12.02.2014.
- Franken, L. (2010): Nachhaltigkeitsstandards und ihre Vereinbarkeit mit WTO-Recht. ZUR 2010, 66 (71).
- Franz, R. (2008): Verwendung von rezyklierten Kunststoffen in Lebensmittelverpackungen. Vortrag zum 5. BfR-Forum Verbraucherschutz. Freising.
- Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (2012): Aktuelle Projekte. <http://www.ivv.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/kunststoff-rezyklate.html#aktuelleprojekte>; abgerufen am 02.11.2012.
- Frenz, W. (2000): Das Ineinandergreifen von nationalem Steuerrecht und gemeinschaftlichem Beihilfeverbot am Beispiel einer partiellen Befreiung von der Mineralölsteuer, DStR 2000, 137.
- Frenz, W. (2010): EU-Umweltkompetenzen nach Lissabon - Reichweite und Ausübung. UPR 2010, 293.
- Frenz, W. (2013): Kommentierung zu den §§ 6, 8, 10, 14 KrWG. In: Fluck, J./Frenz, W./Fischer, K. et. al. (Hrsg.), Kreislaufwirtschaftsrecht, Abfallrecht und Bodenschutzrecht, Loseblattsammlung, Bd. 1, 113. Aktualisierung Juli 2013, Heidelberg 2013.

- Freriks, P. (2012): Relative willingness to pay for environmentally friendly products and its relation with eco- certification. January 2012, University of Twente. http://essay.utwente.nl/61455/1/MSc_P_Freriks.pdf; abgerufen am 31.07.2014.
- Friedl, C. (2008): Misstrauen in die Tonne - Recycling-Kunststoff setzt sich nur langsam bei Mülltonnen durch. <http://www.entsorgamagzin.de/Default.asp?Ausgabe=12585&Jahrgang=831&Menu=3&ArtikelPPV=12585> ; abgerufen am 1.11.2013.
- Friedl, C. (2013). Angespritzt und aufgewertet In: Recycling Magazin, 68. Jahrgang, Nummer 21, S. 28-29.
- Gallenkemper, B.; Jakob B.; Böning, T. (2008): Stoffstrommanagement nach ElektroG. Praxishilfe Erstbehandlung nach ElektroG. Dessau.
- Gattermann, Jana, Produktverantwortung nach dem Elektroggesetz und der Altfahrzeugverordnung, Diss. Kassel 2012, Kassel 2013.
- Gesamtverband der Aluminiumindustrie (GDA) (2012): <http://www.aluinfo.de>; abgerufen am 12.2.2013.
- Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie e.V. (GKV) (2013) (Hrsg.): Umwelt. <http://www.gkv.de/themen.html>; abgerufen am 12.10.2013.
- Gesellschaft für Innovationsforschung und Beratung mbH (GIB) / ARGUS – Statistik und Informationssysteme in Umwelt und Gesundheit GmbH (2009): Die wirtschaftliche Bedeutung der Recycling- und Entsorgungsbranche in Deutschland. Stand, Hemmnisse, Herausforderungen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Berlin.
- Giegrich, J.; Liebich, A.; Lauwigi, C.; Reinhardt, J. (2012): Indikatoren / Kennzahlen für den Rohstoffverbrauch im Rahmen der Nachhaltigkeitsdiskussion. UBA-Texte Nr. 01/2012. Dessau-Roßlau
- Glaronia (2013) (Hrsg.): Handelsstreit mit der EU: China erhebt Strafzölle auf Kunststoffvorprodukt TDI, 2013. <http://www.glaronia.com/2013/03/13/handelsstreit-mit-der-eu-china-erhebt-strafzolle-auf-kunststoffvorprodukt-tdi/>, abgerufen am 12.10.2013.
- Goede, M. (2007): Karosserieleichtbau als Baustein einer CO2-Reduzierungsstrategie. Volkswagen AG, Vortrag zum 16. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik 2007.
- Golden, J. S.; Vermeer, D.; Clemen, B.; Michalko, A.; Nguyen, D.; Noyes, C.; Akella, A.; Bunting, N. (2010): An Overview of Ecolabels and Sustainability Certifications in the Global Marketplace. October 2010, Durham.
- Guhl, S. (2011): Thermodynamische Modellierung des Mineralstoffverhaltens im BGL-Vergasungsprozess. Dissertation, TU Bergakademie Freiberg.
- Guilford, G. (2013): US states banned from exporting their trash to China are drowning in plastic. August 21, 2013. <http://qz.com/117151/us-states-banned-from-exporting-their-trash-to-china-are-drowning-in-plastic/#117151/us-states-banned-from-exporting-their-trash-to-china-are-drowning-in-plastic/>; abgerufen am 12.10.2013.
- Gunther, M. (2001): Who's Peddling Pulp Fiction in the SFI vs. FSC Forestry Wars? <http://www.greenbiz.com/blog/2011/03/30/whos-peddling-pulp-fiction-sfi-vs-fsc-forestry-wars>; abgerufen am 11.08.2014.
- GVM (2012): Schüler, K.: Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2010. UBA-Texte 53/2012, Dessau-Roßlau.
- GVM (2013): Schüler, K.: Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2011; unveröffentlicht.
- Hagelüken, C., Umicore (2011): Recycling von Elektroaltgeräten - Lösungsansätze in Deutschland und der EU. Vortrag, Deutscher Bundestag.
- Hájeková, E. (2011): Steam Cracking of unconventional hydrocarbon feedstocks for production of petrochemicals, in: 45th International Petroleum Conference. Bratislava.
- Hamm, W. (2001): Die Ökosteuer – eine ordnungspolitische Fehlleistung, ORDO 52 (2001), 12.

- Hansen, J.P., Kaysen, O. (2013). Waste Prevention through GPP – with focus on plastic. Plastic Zero, Kopenhagen, Malmö, Hamburg.
- Heck, S.; Rogers, M.; Carroll, P. (2014): Resource Revolution: How to Capture the Biggest Business Opportunity in a Century. Houghton Mifflin Harcourt, Boston.
- Heimlich, J. (1997): Die Anerkennung der Verleihungsgebühr durch den „Wasserpfennig-Beschluß“ des Bundesverfassungsgerichts, DÖV 1997, 996 ff.
- Hendler, R. (2009): Möglichkeiten zur Einführung einer Abgabe auf die Entnahme von Kiesen in Nordrhein-Westfalen (Kiesabgabe). Rechtliches Kurzgutachten im Auftrag des Regionalverbands Ruhr und des Kreises Wesel, Februar 2009, S. 6.
- Hendler, R.; Heimlich, J. (2000): Lenkung durch Abgaben, ZPR 2000, 325.
- Henkes, W. (2010): Kirchturmdenken. In: Recycling Magazin 8/2010, S.24-25.
- Hermann, A.; Schulze, F. (2014): Analyse rechtlicher Hemmnisse entlang der Recyclingkette bei Kunststoffabfällen. Kurzanalyse 9 im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRess). www.ressourcenpolitik.de; abgerufen am 29.09.2015
- De Hesselde, V. (2004): Ökologisch motivierte Normen im geltenden Steuerrecht. Stuttgart 2004, 57 ff.
- Heyde, M. (2011): Abfälle aus Verpackungskunststoffen effizient verwerten, in: 20. Seminar Kunststoffrecycling in Sachsen.
- Hofmann, E. (2007): In: Köck/Bovet/Gawron et al.: Effektuierung des raumbezogenen Planungsrechts zur Reduzierung der Flächeninanspruchnahme, UBA FKZ 20316123/01, 2007, S. 57 ff.
- Hofmann, E. (2013): In Giesberts/Reinhardt (Hrsg.): Beck'scher Online-Kommentar Umweltrecht, Kommentierung zu § 8 KrWG (Stand 2013). München.
- Hoffmann, G., Wunsch, C. et al. (2011): Nutzung der Potenziale des biogenen Anteils im Abfall zur Energieerzeugung. UBA/Texte 33/2011, Dessau-Roßlau.
- Höhler, S.; Lafuente, V. (2007): Neues zum Rechtsgrundlagenstreit im Umwelteuroparecht, ZUR 2007, S. 71 ff.
- Holzhauer, Ralf (2015): Altauto-Demontage – Bisherige Entwicklungen und Realität, http://vis.de/phocadownload/2015_rur/2015_RuR_149-172_Holzhauer.pdf.
- Informationszentrum für Weichmacher und Weich-PVC (2013)(Hrsg.): REACH. http://www.plastics-sers.org/de_DE/bestimmungen/reach-2; abgerufen am 12.10.2013.
- Institute for Environmental Studies (2009): Economic Instruments and Waste Policies in the Netherlands: Inventory and Options for Extended Use. Report for the Dutch Ministry of Housing, Physical Planning and the Environment. March 2009. http://www.ibgebim.be/uploadedFiles/Contenu_du_site/Professionnels/Formations_et_seminaires/Waste_Prevention_Conference/Formulaire_WPC/Waste%20Prevention%20Final%20Report%2008.11.2011%202.pdf?langtype=2060; abgerufen am 31.07.2014.
- Institute for Prospective Technical Studies (IPTS) (2012) (Hrsg.): Second Working Document: "END-OF-WASTE CRITERIA FOR WASTE PLASTIC FOR CONVERSION - TECHNICAL PROPOSALS", Sevilla. <http://susproc.jrc.ec.europa.eu/activities/waste/documents/Plastics2ndworkingdoc23may2012.pdf>; abgerufen am 12.10.2013.
- Interessenvereinigung Kunststoffverpackungen e.V. – IK (2013): IK-Stellungnahme zum Grünbuch zu einer europäischen Strategie für Kunststoffabfälle in der Umwelt.
- International Dismantling Information System (IDIS): www.idis2.com, abgerufen am 26.02.2013.
- Interseroh / ALBA Group (2013): Recyclinggranulate recythen und procyclen. Der Rohstoff der Zukunft: in seinem Erbgut stecken die gebrauchten Kunststoffe von heute, Broschüre. Juli 2013.
- Irrek, W.; Barthel, C.; Wohlauf, G.; Nanning, S.; Tholen, L.; Wilts, H.; Wittmer, D.; Bunse, M.; Michelsen, C.; März, S.; Franke, M.; Thema, J.; Dabbagh, L.; Swiderski, M.; Jepsen, D.; Reintjes, N.; Spengler, L.; Sander, K. (2011): Öko-Design-Richtlinie, Abschlussbericht

- zu AP 14 des Projektes MaRESS. http://ressourcen.wupperinst.org/downloads/Ma-Ress_AP14_7_AbschlussBer.pdf; abgerufen am 19.10.2013.
- ISO (2012): The International Organization für Standardization. <http://www.iso.org>; abgerufen am 31.07.2014.
- ISOPA (2013): <http://www.isopa.org/isopa/>; abgerufen am 31.07.2013.
- Interessensgemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e.V. (ITAD)(2010): Illegale Abfallablagerungen schädigen die Umwelt, ITAD fordert mehr Transparenz. Pressemitteilung vom 16.6.2010. http://www.itad.de/media/www.itad.de/org/med_90032/585_itad-pm_illegale_entsorgung_16-07-2010.pdf; abgerufen am 14.4.2012.
- ITAD (2013a) (Hrsg.): Kreislaufwirtschaftsgesetz: Welchen Stellenwert hat künftig die Müllverbrennung? https://www.itad.de/information/studien/Veranstaltung_am...in_Berlin.html; abgerufen am 17.10.2013.
- ITAD (2013b) (Hrsg.): Kaskadennutzung konsequent zu Ende denken, Thermische Abfallbehandlung bleibt unverzichtbarer Bestandteil der deutschen Abfallwirtschaft!, Pressemitteilung vom 03.11.2011. https://www.itad.de/presse/presse/755.Pressemitteilung_vom...html; abgerufen am 17.10.2013.
- ITZ/ adelphi (2011): Erdmann, L., Behrendt, S., Feil, M.: Kritische Rohstoffe für Deutschland „Identifikation aus Sicht deutscher Unternehmen wirtschaftlich bedeutsamer mineralischer Rohstoffe, deren Versorgungslage sich mittel- bis langfristig als kritisch erweisen könnte“ Abschlussbericht, Berlin.
- Jacobj, H./Ramin, R., Abfallhierarchie und Altölrecht, ZUR 2014, 649 ff.
- The Japan Carbon Fiber Manufacturers Association – JCMA (2013): Aircraft and Aerospace Fields. <http://www.carbonfiber.gr.jp/english/field/craft.html>; abgerufen am 29.07.2013.
- Jarass, H. D. (1999): Nichtsteuerliche Abgaben und lenkende Steuern unter dem Grundgesetz: Eine systematische Darstellung verfassungsrechtlicher Probleme mit Anwendungsfällen aus dem Bereich der Umweltabgaben, Köln 1999, S. 28, m.w.N.
- Jarass, H. D.; Petersen, F.; Weidemann, C. (2004): Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht, Loseblatt-Kommentar, München, § 1 KrW-/AbfG, Rn. 22 (Stand: EL 14, 2004).
- Jepsen, D.; Reihlen, A.; Sander, K.; Wirth, O. (2011): REACH und Kunststoffrecycling – Handreichung für eine sachgerechte Umsetzung der Reachanforderungen für Betreiber von Recyclinganlagen, Texte Nr. 55/2011, UBA-FBNr: 001522, FKZ / Projektnr: 3708 31 305/01, Dessau.
- Jobs, T., (1998), Zur Gesetzgebungskompetenz für Umweltsteuern, DÖV 1998, 1039-1048.
- Joint Research Centre (JRC) (2012): End-of-waste criteria for waste plastic conversion. Technical proposals. 2nd working document, May 2012. IPTS, Seville, Spain.
- Joint Research Centre (JRC) (2013): End-of-Waste Criteria for Waste Plastic for Conversion. Technical Proposals. Final Draft Report. IPTS. Seville, Spain.
- Kellers, R. (2013) in WDR (Hrsg.): Abfallwirtschaftsplan wird verändert: Weniger Müll-Tourismus, höhere Gebühren? Bericht vom 13.05.2013. <http://www1.wdr.de/themen/politik/muellgebuehren108.html>; abgerufen am 31.07.2014.
- Kerkhoff, M.; Löhle, St. (2013): Auswirkungen auf die Mengenentwicklung einer Wertstofftonne am Beispiel zweier Gebietskörperschaften. in: Begleitband zur 18. Tagung Siedlungsabfallwirtschaft, Kreislaufwirtschaft – immer mehr, immer besser, 18./19. September 2013, Magdeburg.
- Kirchhof, F. (1987): Die Verleihungsgebühr als dritter Gebährentyp. DVBl. 1987, 554 ff.
- Kirchhof, F. (2001): Grundriss des Steuer- und Abgabenrechts, 2. Auflage, Heidelberg 2001, Rn.2.
- Kitzinger, G. (2007): Sekundärprodukte und Sekundärstoffe - Ende der Abfalleigenschaft und Beginn der REACH-Regulierung?, StoffR 2007, 159 ff.
- Kitzinger, G.; Kopp-Assenmacher, S. (2009): Kunststoffrecycling und REACH, Anwendungsgrundsätze und Probleme der REACH-VO für die Recyclingwirtschaft, Berlin 2009.

- KIWEB (2013): Polymerpreise. <http://www.kiweb.de/default.aspx>; Abgerufen am 31.10.2013.
- Klafki, A. (2007): Novellierung der Regeln über die gemeinschaftsweite Verbringung von Abfällen. DVBl. 2007, 870.
- Klages, C (2013): In: Giesberts/Reinhardt (Hrsg.): BeckOK UmweltR, Kommentierung zu § 35 KrWG (Stand 10/2013), München.
- Kobes, S. (2011): Gutachten zur Anwendung des Energiesteuergesetzes auf die Verbrennung von Siedlungsabfall und ähnlichen Gewerbeabfällen in Anlagen zur Verbrennung von Abfällen. 10. Februar 2011. https://www.itad.de/media/707_energiest-gutachten_kobes_summary.pdf/at_download/file; abgerufen am 17.10.2013.
- Kodera, Y. (2012): Waste Management - An Integrated Vision, Chapter 10 Plastics Recycling – Technology and Business in Japan. <http://www.intechopen.com/books/waste-management-an-integrated-vision/plastics-recycling-technology-and-business-in-japan>; abgerufen am 15.02.2014.
- Koenig, C.; Kühling, J.; Ritter, N. (2005): EG-Beihilfenrecht. 2. Aufl., Frankfurt/Main 2005, No. 185.
- Konrad, K. (1999), Umweltlenkungsabgaben und abfallrechtliches Kooperationsprinzip, DÖV 1999, 12-20.
- Konrad, W.; Scheer, D. (2010): Grenzen und Möglichkeiten der Verbraucherinformation durch Produktkennzeichnung. in: Epp/Kurzenhäuser/Hertel/Böl (Hrsg.), BfR-Wissenschaft 05/2010, Berlin 2010. http://www.bfr.bund.de/cm/238/grenzen_und_moeglichkeiten_der_verbraucherinformation_durch_produktkennzeichnung.pdf; S. 148; abgerufen am 31.07.2014.
- Konzak, O. (2013): in: Giesberts/Reinhardt (Hrsg.): Beck'scher Online-Kommentar Umweltrecht (BeckOK KrWG, § 23), Stand: 01.02.2013 Edition: 28.
- Konzak, O. (2013a): In: Giesberts/Reinhardt (Hrsg.): Beck'scher Online-Kommentar Umweltrecht (BeckOK), KrWG § 25, Stand 1.10.2013 Edition 31.
- Krahnefeld, L./Conzelmann, R. (2012): Die „flexible“ Ausgestaltung der Abfallhierarchie im KrWG, AbfallR 2012, 17 ff.
- Krämer, L. (2010): Remarks on the Waste Framework Directive, Environmental Law Network International (elni) Review 2010, 2 ff.
- Krämer, L. (2012): EU Environmental Law, 7. Aufl., London 2012.
- Krämer, P., Walter, G., Flamme, S., Mans, C. (2010): Aufbereitung von Elektroaltgeräten – Möglichkeiten und Grenzen moderner Sortiersysteme zur Anreicherung hochwertiger Kunststofffraktionen, in: Müll und Abfall Heft 03/10, S. 127 ff. Berlin.
- Kranert, M., Cord-Landwehr, K. (2010): Einführung in die Abfallwirtschaft. Vieweg+Teubner Verlag.
- Krinke, S.; Boßdorf-Zimmer, B.; Dr. Goldmann, D. (2005): Ökobilanz Altfahrzeug-Recycling Vergleich des VW-SiCon Verfahrens und der Demontage von Kunststoff-Bauteilen mit nachfolgender werkstofflicher Verwertung - Kurzfassung, Wolfsburg.
- Kropp, O. (2012a): Getrennthaltungsgebote und Vermischungsverbote nach dem neuen KrWG. ZUR 2012, 474 (475).
- Kropp, O. (2012b): In: Giesberts/Reinhardt (Hrsg.): Beck'scher Online-Kommentar Umweltrecht BeckOK KrW-/AbfG Ed. 28 Stand: 01.07.2012, [aK] § 29 Rdnr. 32.
- Kühling, J. (2008): Die Zukunft des Europäischen Agentur(un)wesens – oder: Wer hat Angst vor Meroni? EuZW 2008, 129.
- Kurz, U., Hintzen, H., Laufenberg, H. (2009): Konstruieren, Gestalten, Entwerfen - Ein Lehr- und Arbeitsbuch für das Studium der Konstruktionstechnik, 4., erweiterte Auflage, Vieweg + Teubner GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden.
- Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) (2004)(Hrsg.): LASI-Veröffentlichung LV 32: „Umgang mit Gefahrstoffen und biologischen Arbeitsstoffen bei der werkstofflichen Verwertung von Kunststoffen“.

- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) (2012): Recycling kritischer Rohstoffe aus Elektronik-Altgeräten, LANUV-Fachbericht 38, Recklinghausen.
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2011) (Hrsg.): Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis Kunststoffverwertung – Tätigkeiten mit Gefahrstoffen und biologischen Arbeitsstoffen bei der werkstofflichen Verwertung von Kunststoffen, Karlsruhe.
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2014) (Hrsg.): Kaskadennutzung, Karlsruhe.
<https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/209621/>.
- Landmann, U. (1998): Nationale Umweltzeichen im Zuge der Globalisierung von Wirtschafts-, Umwelt- und Sozialpolitik - Analyse und Perspektiven von Umweltzeichenprogrammen. Dissertation, Freie Universität Berlin 1998.
http://www.diss.fu-berlin.de/diss/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDISS_derivate_00000000199/00_landm.pdf?hosts=, S. 50f., abgerufen am 31.07.2014.
- Laroche, Michael, Barberon, Jasmin, Barbaro-Forleo, Guido (2001): Targeting consumers who are willing to pay more for environmentally friendly products. Journal of Consumer Marketing, Vol. 18 No. 6 2001, pp. 503-520. Montreal.
- Lässig, R; Eisenhut, M.; Mathias, A.; Schulte, R.T.; Peters, F.; Kühmann, T.; Waldmann, T.; Bege-
mann, W. (2012): Serienproduktion von hochfesten Faserverbundbauteilen. Roland
Berger Consultants.
- Lechner, M.D., Gehrke, K., Nordmeier, E.H. (2010): Makromolekulare Chemie. Ein Lehrbuch für
Chemiker, Physiker, Materialwissenschaftler und Verfahrenstechniker, Birkhäuser Ver-
lag, Basel, Schweiz.
- Lee, Hyojik Charles (2006): Greener Office: Attitudes of Paper Consumers for Recycled Papers vs.
Virgin Papers. May 6, 2006. [http://nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2006fi-
nal/c-lee.pdf](http://nature.berkeley.edu/classes/es196/projects/2006final/c-lee.pdf); abgerufen am 31.07.2014.
- Lenovo (o.J.): GreenPaper Recycled Content. [http://www.lenovo.com/social_responsibi-
lity/us/en/GreenPaper_Recycled_Content.pdf](http://www.lenovo.com/social_responsibility/us/en/GreenPaper_Recycled_Content.pdf); abgerufen am 31.07.2014.
- Lindner, C. (2013): Consultic Marketing & Industrieberatung GmbH, telefonische Auskunft
- Lübbe-Wolff, G. (2001): Instrumente des Umweltrechts – Leistungsfähigkeit und Leistungsgrenzen,
NVwZ 2001, 481 (488).
- Maaß, R. (1999): Kunststoffrecyclingprodukte und PCB-Grenzwert NVwZ 1999, 1196.
- Marceau, G. (2010): The WTO in the Emerging Energy Governance Debate. Global Trade and
Customs Journal, Volume 5 (2010), 83 (91 unter 5.4.).
- Martens, H. (2011): Recyclingtechnik – Fachbuch für Lehre und Praxis. Spektrum Akademischer
Verlag Heidelberg.
- Materials Recycling World (2011): New dawn for mixed plastics. Ausgabe vom 17. Juni 2011.
[http://www.mrw.co.uk/Journals/4/Files/2011/6/13/mrw%2017%20jun%20p18-
19%20plastics.pdf](http://www.mrw.co.uk/Journals/4/Files/2011/6/13/mrw%2017%20jun%20p18-19%20plastics.pdf); abgerufen am 31.07.2014.
- McKinsey Global Institute (2013): Resource revolution: Tracking global commodity markets.
[http://www.mckinsey.com/insights/energy_resources_materials/resource_revolu-
tion_tracking_global_commodity_markets](http://www.mckinsey.com/insights/energy_resources_materials/resource_revolution_tracking_global_commodity_markets) abgerufen am 1.11.2013.
- Mehlhorn, R.; Grunert, V.; Dr. Kummer, B. (2011): An European Example for Green House Gas
and Resource Saving – Post-Shredder-Technology with interesting results, SRW
metalfloat GmbH/Scholz Recycling AG & Co.KG, Leipzig-Espenhain/Germany.
- Milieu Ltd./ AmbienDura /FFact (2009) (Hrsg.): Study on the feasibility of the establishment of a
Waste Implementation Agency. 07.12.2009. [http://www.bkv-gmbh.de/fileadmin/fuerRe-
dakteur/downloads/PDF/report_waste_dec09.pdf](http://www.bkv-gmbh.de/fileadmin/fuerRe-

dakteur/downloads/PDF/report_waste_dec09.pdf); abgerufen am 20.10.2013.

- Mineur, M. (2007): Müllverbrennung im Spannungsfeld von Energienutzung und Ökonomie. In: Faulstich, M., Urban, A. I., Bilitewski, B. (Hrsg.): 12. Fachtagung Thermische Abfallbehandlung. Kassel.
- Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz Rheinland-Pfalz (MUFV RLP) (2007): Leitfaden Bauabfälle. Mainz.
- Ministry of Environmental Protection of the People's Republic of China (2011) (Hrsg.): Measures on the Administration of Import of Solid Waste. http://english.sepa.gov.cn/Policies_Regulations/regulations/Solid_Waste/201111/P020111114599168815496.pdf. Peking, abgerufen am 12.10.2013.
- Molenbroek, E.; Smith, M.; Groenenberg, H. (2014): Final technical report, Evaluation of the Energy Labelling Directive and specific aspects of the Ecodesign Directive. ENER/C3/2012-523, Utrecht/NL, 3.6.2014. <http://www.energylabevaluation.eu>; abgerufen am 7.8.2014.
- Morf, L., Taverna, R., Daxbeck, H., Smutny, R. (2002): Ausgewählte Polybromierte Flammschutzmittel. Stoffflussanalyse. In: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (Hrsg.): Schriftenreihe Umwelt - Umweltgefährdende Stoffe. Bern, Nr. 338.
- Mtm-plastics/ HTP (2012): Kunststoffverwertung zu 100 % - Maximierung der werkstofflichen Verwertung. http://mtm-newsletter.eu/fileadmin/fuerRedakteur/pdf/Total_Plastics_Sortierung.pdf; abgerufen am 31.07.2014.
- Müller, A. (2009): In Pickerl-Stiftung liegen Millionen. Wiener Zeitung online. http://www.wienerzeitung.at/nachrichten/wirtschaft/international/232793_In-Pickerl-Stiftung-liegen-Millionen.html; abgerufen am 22.03.2013.
- Müller-Wondorf, R. (2012): Kunststoffverwertung EU-Kriterien für Kunststoffrecycling sollten praxistauglich sein. 06.07.2012. <http://www.ingenieur.de/Themen/Kunststoffe/EU-Kriterien-fuer-Kunststoffrecycling-praxistauglich>; abgerufen am 12.10.2013.
- Ein besseres Müllkonzept Südwestthüringen e. V. (o.J.): Restmüllbehandlung. Vergleich der Verfahren. <http://www.stop-mva-zm.de/texte/Verfahrensvergleich.htm>; zuletzt geprüft am 14.4.2012.
- Münch, L.; Jacob, K. (2013): Öffentliche Beschaffung zur Förderung der Ressourceneffizienz. Projekt im Auftrag des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamtes. April 2013, Berlin. http://www.ressourcenpolitik.de/wp-content/uploads/2013/04/Pol-Ress_ZB_AP2-Kurzanalyse-1_öffentliche-Beschaffung_final.pdf; abgerufen am 31.07.2014.
- Murswiek, D. (1994): Die Ressourcennutzungsgebühr, NuR 1994, 170 ff.
- Murswiek, D. (1996): Ein Schritt in Richtung auf ein ökologisches Recht. Zum „Wasserpfennig“-Beschluss des BVerfG, NVwZ 1996, 417 (419).
- NABU (2009): Der Abfallmarkt in Deutschland und Perspektiven bis 2020. NABU Studie zu Abfallkapazitäten in Deutschland, ausgeführt durch die prognos AG. Berlin.
- National Association for PET Container Resources (NAPCOR) (2011): The Case for Mandatory Content in Plastic Packaging. <http://www.napcor.com/pdf/RecycledContentPosition.pdf>; abgerufen am 31.07.2014.
- Neugebauer, R. (2014): Handbuch Ressourcenorientierte Produktion. München/ Wien.
- NLWKN (2013) (Hrsg.): Umwelt/Meeresschutz: Fischerei und Naturschutz – Gemeinsamer Einsatz für eine saubere Nordsee, Land Niedersachsen und NABU starten Kooperation zum Fishing for Litter, Presseinformation vom 27. Februar 2013. <http://www.nlwkn.niedersachsen.de/aktuelles/pressemitteilungen/113177.html>; abgerufen am 12.10.2013.
- nova-Institut GmbH (2012): Kölner WPC-Kongress mit guter Stimmung: Zweistellig wachsende WPCProduktion und spannende Innovationspreise für Evonik, Möller und Werzalit, Pressemitteilung vom 10.01.2012, Hürth.

- Oberdörfer, M. (2009): Vollzug der Altfahrzeugverordnung – Überwachung der Altfahrzeugverwertung Deutsch-Ungarischer Workshop Deutsche Erfahrungen bei der Altfahrzeugverwertung, 19.11.2009, Budapest.
- Obermeier, Th., Markowski, J. (2002): Die Verwertung von Restabfällen und hochkalorischen Stoffströmen aus mechanisch-biologischen Anlagen im SVZ Schwarze Pumpe, Dresden.
- OECD (2001) (Hrsg.): Decision of the Council C(2001)107/final concerning the control of transboundary movements of wastes destined for recovery operations, as amended by C(2004)20. <http://www.oecd.org/env/waste/30654501.pdf>; abgerufen am 12.10.2013.
- OECD (2005): Improving Recycling Markets. Working Group on Waste Prevention and Recycling. ENV/EPOC/WGWPR(2005)3/FINAL. <http://search.oecd.org/officialdocuments/displaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=env/epoc/wgwpr%282005%293/final>; abgerufen am 31.07.2014.
- OECD (2008) (Hrsg.): Trade and Agriculture Directorate Environment Directorate, Joint Working Party on Trade and Environment, Reducing barriers to international trade in non-hazardous recyclable materials: exploring the environmental and economic benefits, Part 1 & 2, COM/TAD/ENV/JWPTE(2008)27/ANN/FINAL.
- Oekopol (2009) (Hrsg.): CA/24/2008 rev.3, ABFALL UND ZURÜCKGEWONNE STOFFE, DEUTSCHE ARBEITSÜBERSETZUNG November 2009. http://www.reach-konferenz.de/Downloads_Reach_in_der_Praxis/WS9/02_Arbeitsuebersetzung_CA_Dokument_Oekopol.pdf; abgerufen am 12.10.2013.
- Oetjen-Dehne, R.; Dehne, I.; Döhle, G.; Behr, G.-R. (2009): Erste Ergebnisse aus der Untersuchung von Stoffströmen der Abfallaufbereitungsanlagen in Sachsen-Anhalt, im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt Sachsen-Anhalt, 14. Tagung Siedlungsabfallwirtschaft Magdeburg.
- Oosterhuis, F.; Rayment, M.; Varma, A.; Jantzen, J.; van der Woerd, H.; Mudgal, S.; Tinetti, B.; Gerdes, H.; Neubauer, A.; Stocker, A.; Dodoková, A.; Greño, P. (2008): The use of differential VAT rates to promote changes in consumption and innovation. Final Report. European Commission (DG ENV). June 25, 2006, Amsterdam. http://ec.europa.eu/environment/enveco/taxation/pdf/vat_final.pdf; abgerufen am 31.07.2014.
- Osterloh, L. (1991): „Öko-Steuern“ und verfassungsrechtlicher Steuerbegriff. NVwZ 1991, 823.
- Packaging Council of Australia (o.J.): Mandatory Minimum Recycled Content. Issue No. 11. <http://www.pca.org.au/site/cms/documents/issues/issues11.html>; abgerufen am 31.07.2014.
- Panizzon, M.; Arnold, L.; Cottier, T. (2010): Handel und Umwelt in der WTO: Entwicklungen und Perspektiven, URP/DEP 2010, 199 ff.
- Pastowski, A.; Fishedick, M.; Arnold, K.; Bienge, K.; von Geibler, J.; Merten, F.; Schüwer, D. (2007): Sozial-Ökologische Bewertung der stationären energetischen Nutzung von importierten Biokraftstoffen am Beispiel von Palmöl, Wuppertal 2007.
- Pépin, L. C. (2011): Umweltschonender, effizienter Ressourcenaustausch: Vergleich industrieller Ökosysteme am Beispiel Kalundborg und Heidelberg-Pfaffengrund. Projektarbeit. Ruhr-Universität Bochum. Oberhausen.
- Petersen, F. (2006): Die Novellierung der Abfallrahmenrichtlinie, AbfallR 2006, 102 ff.
- Petersen, F. (2009): Entwicklungen des Kreislaufwirtschaftsrechts, Die neue Abfallrahmenrichtlinie – Auswirkungen auf das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, NVwZ 2009, 1063 ff.
- Petersen, F./Doumet, J./Stöhr, G. (2009): Das neue Kreislaufwirtschaftsrecht, NVwZ 2009, 521 ff.
- Petersen, F.; Doumet, J.; Stöhr, G. (2012): Das neue Kreislaufwirtschaftsgesetz. NVwZ 2012, 521.
- Petschow, U.; Hübner, K.; Dröge, S.; Meyerhoff, J. (1998): Nachhaltigkeit und Globalisierung. Herausforderungen und Handlungsansätze. Springer Verlag, Berlin. S. 183.
- Pfaendner, R. (2006): Additive heute und in Zukunft. In: Kunststoffe 6/2006, S. 64-71.

- Pfenning, W. (2011): Technische Teile fürs Auto – leichter, sparsamer, nachhaltiger, in: Plastverarbeiter, Ausgabe 03/2011 März. <http://www.plastverarbeiter.de/texte/anzeigen/10117/Technische-Teile-fuers-Auto>; abgerufen am 19.02.2014.
- Pladerer, Ch.; Ganglberger, E.; Funder, B.; Roiser-Bezan, G. (2004): Vermeidung von Baustellenabfällen in Wien, Endbericht – Teil 2/4: Inhalt, Österreichisches Ökologie-Institut für angewandte Umweltforschung, Wien.
- Plastic Recyclers Europe (2013): Studie über ein erhöhtes (werkstoffliches) Recyclingziel für Kunststoffe. http://www.plasticsrecyclers.eu/sites/default/files/DE_Study-on-an-increased-mechanical-recycling-target-for-plastics.pdf, S. 46; abgerufen am 31.07.2014.
- Plastics (2013) (Hrsg.): Press Release: European plastics industry on the Commission's Green Paper on Plastic Waste in the Environment – Paving the way towards zero landfill by 2020, Brussels, 07 March 2013. http://www.plasticsconverters.eu/uploads/130307_PR_Green%20Paper%20Plastic%20Waste.pdf; abgerufen am 12.10.2013.
- PlasticsEurope (2011) (Hrsg.): PlasticEurope views on the ban of non-biodegradable bags in Italy, Press Release, Feb. 2011. http://www.plasticseurope.org/documents/document/20110208141053-2011_02_08_one-pager_italian_ban_plastic_bag.pdf; abgerufen am 12.10.2013.
- PlasticsEurope's PC/BPA-group (2013a)(Hrsg.): European Information Centre on Bisphenol: Bisphenol-A und Risikobewertung, Brüssel 2013. http://www.bisphenol-a-europe.org/de_DE/legislation-3/risk-assessment-3; abgerufen am 12.10.2013.
- PlasticsEurope's PC/BPA-group (2013b)(Hrsg.): European Information Centre on Bisphenol: Verbrauchersicherheit, Brüssel 2013. http://www.bisphenol-a-europe.org/de_DE/safety-3/consumer-safety-3, abgerufen am 13.10.2013.
- Plastic Waste Management Institute (PWMI) (2009): An Introduction to Plastic Recycling 2009.
- Plastservice (2013) (Hrsg.): PET Systeme, 2013. <http://www.plastservice.ch/anwendungen/pet-systeme>; abgerufen am 12.10.2013.
- Powell, J. (2013): Operation Green Fence is deeply affecting export markets. Resource Recycling, 2013. <http://resource-recycling.com/node/3679>; abgerufen am 12.10.2013.
- Puth, S. (2005): WTO und Umwelt. In: Hilf, Meinhard/Oeter, Stefan (Hrsg.), WTO-Recht, Baden-Baden 2005, § 30, 577 ff.
- PVCYCLE (2013) (Hrsg.): Unsere Dienstleistungen. München 2013. <http://www.pvcycle.de>; abgerufen am 12.10.2013.
- Pyrum (2014): <http://www.pyrum.net/index.php?id=3&L=1%27>; abgerufen am 15.02.2014
- Radde, A. (2014): Entwicklung der Abfallwirtschaft in Deutschland. In: Urban, A.I., Faulstich, M., Bilitewski, B. (Hrsg.), 11. Fachtagung Thermische Abfallbehandlung, Universität Kassel, S. 57-77. <http://www.uni-kassel.de/upress/online/frei/978-3-89958-198-0.volltext.frei.pdf>; abgerufen am 7.8.2014.
- Radde, C.A. (2014): Überlegungen zur Novelle der Gewerbeabfallverordnung. Vortrag zur IFAT 2014, München.
- Rahmeyer, F. (2004): Abfallwirtschaft zwischen Entsorgungsnotstand und Überkapazitäten. Universität Augsburg – Institut für Volkswirtschaftslehre. Beitrag Nr. 266, November 2004.
- Rath, D.(2001): Kostenreduzierung und Qualitätsverbesserung als Umsetzungsergebnis eines effizient integrierten Trocknungs-Misch-Förder- und Recyclingsystems, 7/2001. http://www.schroeer-technik.de/PDF/granut/wittmann_schuettgut.pdf; abgerufen am 12.10.2013.

- Recupel (2012): Jahresbericht 2012. <http://jahresberichte2012.recupel.be/home-de>; abgerufen am 20.02.2014.
- Recycling magazin (2010): Pyrolyse: Steht in Europa eine Renaissance bevor? In: Recycling Magazin, April 2010.
- Recycling magazin (2012a): Grüne schlagen Handy-Pfand von 10 Euro vor. http://www.recycling-magazin.de/rm/news_detail.asp?ID=16136&SID=919142192168100100&NS=1; abgerufen am 12.02.2014.
- Recycling magazin (2012b): Pyrum beginnt mit Bau der Pyrolyse-Großanlage. In: Recycling magazin 17/2012.
- Recycling Today (2013) (Hrsg.): ISRI Convention: China's Green Fence: Chinese government's Operation Green Fence designed to run through Nov. 2013, April 23, 2013. <http://www.recyclingtoday.com/isri-convention-2013-green-fence.aspx>; abgerufen am 12.10.2013.
- Reese, M. (2009): Grundprobleme des europäischen Abfallrechts und Lösungsbeiträge der neuen Abfallrahmenrichtlinie, NVwZ 2009, 1073.
- Reese, M. (2014): in: Jarass, H.D./Petersen, F., KrWG, München 2014, § 6.
- Reiche, K. (2012): Antwort der Parlamentarischen Staatssekretärin Katherina Reiche vom 4. Oktober 2012 auf die Frage des Abgeordneten Gerd Bollmann (SPD). In: Deutscher Bundestag (Hrsg.), Drucksache 17/10968, 105.
- Rengeling, H.-W. (2009): Harmonisierung und Systematisierung im Europäischen Stoffrecht. DVBl. 2009, 605 ff.
- Rennings, K. (2010): Innovationspolitische Instrumente zur Förderung von Materialeffizienz und Ressourcenschonung. Dezember 2010, Wuppertal.
- RenoSam, Rambøll (2006): The most efficient waste management system in Europe - Waste-to-Energy in Denmark. Copenhagen. http://www.inbiom.dk/download/viden_teknologi/renosam_wte_dk.pdf; abgerufen am 29.09.2015.
- Reuter, R./Steinkemper, J. (2015), Kosteneinsparpotenziale prüfen! Spielräume für die Entsorgungswirtschaft durch aktuelle Urteile, PUBLICUS 4.2015. http://www.publicus-boorberg.de/sixcms/detail.php?template=pub_artikel&id=boorberg01.c.288415.de; abgerufen am 29.09.2015.
- Rewindo GmbH (2012): Kunststoffenster-Recycling in Zahlen 2011, Broschüre.
- Rewindo GmbH (2013): Kunststoffenster-Recycling in Zahlen 2012, Broschüre.
- RL2011/65/EU : Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.
- RL2012/19/EU : Richtlinie 2012/19/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte.
- Rochlitz, J. (1996): Antrag des Abgeordneten Dr. Jürgen Rochlitz und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN „Abfallvermeidung organisieren – Gesundheitsgefahren aus Abfallverbrennungsanlagen minimieren“. Deutscher Bundestag: Drucksache 13/4352 vom 16.04.1996. <http://dipbt.bundestag.de/doc/btd/13/043/1304352.asc>; abgerufen am 31.07.2014.
- Rodi, M. (1993): Umweltsteuern – Das Steuerrecht als Instrument der Umweltpolitik. Baden-Baden 1993 (passim).
- Rogge, K.; Reichardt, K. (2013): Towards a more comprehensive policy mix conceptualization for environmental technological change: a literature synthesis. Working Paper Sustainability and Innovation No. 3/2013. Fraunhofer ISI, Karlsruhe.
- RRI (2012): <http://www.rri-iberia.com/rri/english/home.html>; abgerufen am 06.11.2012.
- RTI International (2012): Environmental and Economic Analysis of Emerging Plastics Conversion Technologies, Final Project Report.

- Ruffert, M. (2009) in: Jarass, H. D.; Petersen, F.; Weidemann, C.: Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, Loseblattsammlung, München, München, B 104, Art. 8 AbfallrahmenRI.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2002): Umweltgutachten 2002 des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2007): Umweltverwaltungen unter Reformdruck. Sondergutachten. ESV, Berlin
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2008) (Hrsg.): Umweltgutachten 2008: Kapitel 10: Abfall- und Kreislaufwirtschaft, Berlin 2008. http://www.umweltrat.de/Shared-Docs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2008_Umweltgutachten_HD_Kap10.html; abgerufen am 12.10.2013.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2012): Umweltgutachten 2012 – Verantwortung in einer begrenzten Welt. Juni 2012, Berlin.
- Sacksofsky, U. (2000): Umweltschutz durch nicht-steuerliche Abgaben. Zugleich ein Beitrag zur Geltung des Steuerstaatsprinzips, Tübingen 2000, S. 101.
- De Sadeleer, N. (2014): EU Environmental Law and the Internal Market. Oxford: Oxford University Press 2014.
- Sanden, J. (1993): Wasserrecht im Wandel – Die wasserrechtlichen Abgaben der ehemaligen DDR und ihre Relevanz für das bundesdeutsche Umweltrecht, Dissertation Köln 1993, Baden-Baden 1994, S. 106 ff.
- Sanden, J. (2013): Umweltschutz im Planungsrecht, in: Koch, H.-J. (Hrsg.), Umweltrecht, 4. Aufl., München 2013, § 13.
- Sanden, J.; Schomerus, T.; Schulze, F. (2012): Entwicklung eines Regelungskonzepts für ein Ressourcenschutzrecht des Bundes, Berichte 1/2012, Dessau.
- Sander, K.; Bünnemann, A.; Zangl, S.; Bartnik, S. (2004): Ermittlung von Verwertungskoeffizienten für die Fraktionen und Bauteile zur Dokumentation von Quoten auf der Basis von Artikel 7 der EU-Richtlinie zur Verwertung von Elektroaltgeräten (WEEE). UFOPLAN Forschungsbericht 203 33 395.
- Sander, K.; Schilling, S.; Marscheider-Weidemann, F.; Wilts, H.; von Gries, N.; Hobohm, J. (2012): Abfallwirtschaftliche Produktverantwortung unter Ressourcenschutzaspekten. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit FKZ 3711 95 318.
- Sander, K.; Schilling, S. (2013): Optimierung der Steuerung und Kontrolle grenzüberschreitender Stoffströme bei Elektroaltgeräten / Elektroschrott. UBA Texte 1/2010. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3769.pdf>; abgerufen am 12.10.2013.
- Schäfer, A. (2014), in: Jahn, C./Deifuß-Kruse, D./Brandt, A. (Hrsg.) KrWG, Stuttgart 2014, § 6.
- Schilling, S. (2011): Steigerung der Ressourceneffizienz durch effiziente Kontrollen von Abfallverbringungen. ÖKOPOL, Hamburg, Im Auftrag des Umweltbundesamtes, TEXTE | 58/2011, FKZ 3709 33 311. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/4171.pdf>; abgerufen am 12.10.2013.
- Schimpf, Arno (2008): Technisch-wirtschaftliche Optimierung des Kunststoffrecyclings unter Berücksichtigung aktueller rechtlicher Einschränkungen. Dissertation. Cottbus 2008, Aachen 2008.
- Schlacke, Sabine; Stadermann, Michael; Grunow, Moritz (2012): Rechtliche Instrumente zur Förderung des nachhaltigen Konsums – am Beispiel von Produkten. UFO-Plan des BMU FKZ 363 01 348, UBA-FB 001614, Dessau 2012. <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4297.pdf>; abgerufen am 12.10.2013.
- Schlederer, S. M., Ist die obligatorische Kaskadennutzung von Biomassereststoffen flächendeckend sinnvoll? Müll und Abfall 2014, 596-603.
- Schliesky, U. (2014): Öffentliches Wirtschaftsrecht, Heidelberg 4. Aufl., 2014, S.25 ff.
- Schlummer, M. (2009): Kunststoffrückgewinnung aus der Elektroaltgeräte-Demontage, 18. Seminar Kunststoffrecycling in Sachsen 12. Mai. 2009.

- Schmidt-Kötters, T.; Held, S. (2009): Die Kompetenzen der EG zur Erhebung von Umweltabgaben und die „Emissionsüberschreitungsabgaben“ für Pkw-Hersteller (NVwZ 2009, 1390 (1393).
- Schomerus, T.; Spengler, J., (2010): Die Erweiterung der Ökodesign-Richtlinie – Aus dem Weg zur „Super-Umweltrichtlinie“?, EurUP 2010, 54 ff.
- Schomerus, T. (2009) in: Versteyl, L.-A.; Mann, T.; Schomerus, T.: KrWG, München 2012, Kommentierung zu § 8.
- Schröder, M. (2012): Verbesserung des Klimaschutzes durch Einführung einer City-Maut. NVwZ 2012, 1438.
- Scotford, E. (2013): Separate waste stream collection and "best environmental outcomes", Environmental Law Review (Env. L. Rev.) 2013, 15(4), 293-300.
- Secretariat of the Stockholm Convention (SSC) (2012) (Hrsg.): Guidance on best available techniques and best environmental practices for the recycling and disposal of articles containing polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, Draft, July 2012. <http://chm.pops.int/Implementation/NIPs/Guidance/GuidanceonBATBEPfortherecyclingofPBDEs/tabid/3172/Default.aspx>; abgerufen am 19.10.2013.
- Seiler, C. (2010): Kompetenz- und verfahrensrechtliche Maßstäbe europäischer Umweltabgaben. EuR 2010, 67-88.
- Selmer, P.; Brodersen, C. (2000): Die Verfolgung ökonomischer, ökologischer und anderer öffentlicher Zwecke durch Instrumente des Abgabenrechts, DVBl. 2000, 1153.
- Skodzinski, N. (2006): Consumers Will Spend More for Publications Using Recycled Paper. Book Business, February 2006. <http://www.greenpressinitiative.org/documents/ReaderSurveyResults.pdf>
- Skolik, M. (2003): Das chemikalienrechtliche Verbot des In-Verkehr-Bringens PCB-belasteter Erzeugnisse und Zubereitungen am Beispiel des Kabelrecyclings. UPR 2003, 289.
- Smeddinck, U. (2009): Zur Funktion normierter Prinzipien im Umweltrecht – untersucht am Beispiel der Produktverantwortung, NuR 2009, 304 ff.
- Snällfot, D.; Leisner, I.; Skovgaard, M.; Warberg Larsen, A. (2013): Market conditions for plastic recycling. Plastic Zero, Working Paper 4.1, Kopenhagen.
- Solvay Plastic (2012a): <http://www.solvayplastics.com/sites/solvayplastics/EN/vinyls/vinylloop/Pages/VinylloopHome.aspx>; abgerufen am 05.11.2012.
- Solvay Plastic (2012b): VinylLoop Ferrara S.p.A. (2012): White Paper Vinylloop: environmental solutions, Italy.
- Statista (2013): Anzahl der Mobilfunkanschlüsse in Deutschland von 1993 bis zum 3. Quartal 2013 (in Millionen). <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/3907/umfrage/mobilfunkanschluesse-in-deutschland/>; abgerufen am 27.02.2014.
- Statistisches Bundesamt (destatis) (2012a): Abfallentsorgung 2010 Fachserie 19, Reihe 1, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (destatis) (2012b): Außenhandelsstatistik 2011, Genesis Online Datenbank, abgerufen am 16.04.2013.
- Stehling, F. (1999): Ökonomische Instrumente der Umweltpolitik zur Reduzierung stofflicher Emissionen. Materialien erstellt im Auftrag der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg. September 1999, Ulm. <http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2004/1816/pdf/oekonomischeinstrumente.pdf>; abgerufen am 31.07.2014.
- Steinberg, R. (2011): Die Bewältigung von Infrastrukturvorhaben durch Verwaltungsverfahren – eine Bilanz ZUR 2011, 340.351.
- Swedish Recycling Industries' Association (2008): 10 actions to boost recycling of plastics. http://www.recycling.se/MediaBinaryLoader.axd?MediaArchive_FileID=d2149038-e3f0-

- 4d21-84c2-cb0ba01b5787&FileName=10+actions+to+boost+recycling+of+plastics.pdf; abgerufen am 31.07.2014.
- SW Mechanical (2014): Matador Offers Locally Roasted Coffee For Ne Phoenix. <http://ea-swmc.org/>; abgerufen am 31.07.2014.
- Syntrol (2014): Globel Projekt AG (o. J.): Syntrol Synthese aus Ökologie und Ökonomie. http://www.globel-projekt.ch/media/userfiles/syntrol_nill_tech.pdf; abgerufen am 15.01.2014.
- Takashi, Y. (2009): Current Recycling Technologies for Plastic Waste in Japan, Plastic Waste Management Institute, Osaka.
- Textor, D. (2013): Sekundärrohstoffe im Spannungsfeld Quote – Markt – Qualität – am Beispiel Kunststoff, in 13. Münsteraner Abfallwirtschaftstage – Münsteraner Schriften zur Abfallwirtschaft, Band 15, S. 71 ff., Münster.
- Thomé-Kozmiesky, K. J.; Goldmann D. (2012): Recycling und Rohstoffe Band 5, TK Verlag Karl Thomé-Kozmiesky Neuruppin, S. 495 ff.
- Thünen-Institut (Hrsg.) (2014), Institut für Holzforschung, Rohstofferhaltung und Materialdesign für innovative Recyclingsysteme. <http://www.ti.bund.de/de/hf/arbeitsbereiche/biobasierte-grund-und-werkstoffe/rohstofferhaltung-in-stoffkreislaeufen/>.
- Tietje, C. (2009): WTO und Recht des Weltwarenhandels. In: ders. (Hrsg.): Internationales Wirtschaftsrecht, Berlin 2009, § 3.
- Titech GmbH (2009): Leitfaden Metallrecycling in Schredderprozessen, Broschüre.
- Tolinski, M. (2012): Plastics and Sustainability: Towards a Peaceful Coexistence between Bio-based and Fossil Fuel-based Plastics. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
- u.e.c. Berlin (2003): Bewertung des AHT-Vergasungsverfahrens im Auftrag der ALBA AG.
- u.e.c. Berlin (2013): Aktuelle und künftige Entsorgung relevanter mineralischer Abfälle des Landes Sachsen-Anhalt im Fokus der Anforderungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes.
- u.e.c. Berlin a: unveröffentlichtes Datenmaterial der u.e.c. Berlin GmbH.
- Umweltbundesamt (UBA) (2008) (Hrsg.): Hintergrundinformation zum Blauen Engel, 2008. <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/be-allgemein.pdf>; abgerufen am 31.07.2014.
- Umweltbundesamt (2009) (Hrsg.): REACH in der Praxis, Wesentliche Informationen und Ergebnisse aus den Praxis-Workshops, REACH-Konferenzwebsite, Dessau 2009. http://www.reach-konferenz.de/archiv-WS2+9_3.htm; abgerufen am 30.07.2014.
- Umweltbundesamt (2014): Export "Grüner Abfälle" (Anhänge III und III A) aus der EU in Staaten, für die der OECD-Beschluss nicht gilt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/dokumente/staatenliste_juli_2014.pdf; abgerufen am 29.9.2015.
- Umweltbundesamt (UBA): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) (2009): Umweltzeichen und Klimaschutz - Blauer Engel für klimarelevante Produkte; Informationspapier. Dessau 2009.
- Umweltbundesamt (UBA): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (2013): Altfahrzeug-Verwertungsquoten in Deutschland im Jahr 2011 gemäß Art. 7 Abs. 2 der Altfahrzeug-Richtlinie 2000/53/EG.
- Uken, M. (2007): Jagd auf die Müllmafia. greenpeace magazin 4.07, 2007. <http://www.greenpeace-magazin.de/index.php?id=2575>; abgerufen am 12.10.2013.
- UNEP (2009): Converting Plastics into a resource-Compendium of Technologies.
- UNEP (2011): Graedel, T.E., Allwood J., Birat J.-P., Reck, B.K., Sibley, S.F., Sonnemann, G.: Recycling Rates of Metals - A Status report. A Report of the Working Group on global Metal Flows to the International Resource Panel, Paris.

- UNEP (2013): Metal Recycling: Opportunities, Limits, Infrastructure. UNEP, Nairobi, Kenya, Report of the Working Group on the Global Metal Flows to the International Resource Panel. Paris.
- United Nations University (2013) (Hrsg.): Our Taskforce: ReUse, UNU-ISP SCYCLE, Bonn 2013. <http://www.step-initiative.org/index.php/Reuse.html>; abgerufen am 12.10.2013.
- U.S. Geological Survey (USGS)(2012): 2010 Minerals Yearbook. Advance Release. <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/myb/>; abgerufen am 04.06.2012.
- Verband Kunststoffherstellende Industrie – VKE (2003): Kunststoffe in Elektro-und Elektronikgeräten, Frankfurt am Main.
- Vernon, L. (2013): Will China's Green Fence Finally Trigger Innovation in U.S. Recycling? Posting on eco ramblings, 21.05.2013. <http://ecoramblings.com/>; abgerufen am 12.10.2013.
- Versteyl, L.-A. (2012): in: Versteyl, L.-A./Mann, T./Schomerus, T., KrWG, 3. Aufl., München 2012.
- Vesting, T. (2007): Rechtstheorie, München 2007.
- Vinyl (2010): The European PVC Industry's Sustainable Development Programme Vinyl 2010 (2011): 10 years reporting on the activities of the year 2010 and summarizing the key milestones of the past 10 years. Brussels.
- VinylPlus (2011): Our Voluntary Commitment. http://www.vinylplus.eu/en_GB/about-vinylplus/our-voluntary-commitment; abgerufen am 31.07.2014
- VinylPlus (2013): Recovinyl registered recycled volumes per Country. http://www.vinylplus.eu/en_GB/sustainable-development/measuring-our-progress/2012-progress/Challenge-1-2013/Recovinyl-2013; abgerufen am 30.07.2013.
- Vogt, D.; Karus, M.; Ortmann, S.; Schmidt, C.; Gahle, C. (2006): Wood-Plastic-Composites (WPC) Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe, Märkte in Nordamerika, Japan und Europa mit Schwerpunkt auf Deutschland, Technische Eigenschaften – Anwendungsgebiete, Preis – Märkte – Akteure. nova-Institut, Hürth.
- Volkswagen AG (VW) (2005): Volkswagen-Sicon-Verfahren zur Altauverwertung geht in Österreich an den Start. Pressemitteilung vom 20. Juni 2005. Wolfsburg, Hilchenbach, Molln.
- Wäger, P.; Böni, H.; Buser, A.; Morf, L.; Schluep, M.; Streicher, M. (2009): Recycling of Plastics from Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) – Tentative Results of a Swiss Study.
- Waggershauser, S. P. (2008): Die Novelle der EG-Abfallrahmenrichtlinie, Abfall 2008, 51.
- Wagner, J.; Heidrich, K.; Baumann, J.; Kügler, T.; Reichenbach, J. (2012): Ermittlung des Beitrages der Abfallwirtschaft zur Steigerung der Ressourcenproduktivität sowie des Anteils des Recyclings an der Wertschöpfung unter Darstellung der Verwertungs- und Beseitigungspfade des ressourcenrelevanten Abfallaufkommens. UBA-Texte 14/2012, Dessau-Roßlau.
- Waste & Resources Action Programme (WRAP) (2008): LCA of Management Options for Mixed Waste Plastics. Banbury.
- Waste & Resources Action Programme (WRAP) (2008): Consumer Attitudes to the Use of Recycled Materials in Electrical and Electronic Products. Summary Report. Banbury. http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Consumer_attitudes_summary_report.3990f4d8.6091.pdf ; abgerufen am 31.07.2014.
- Waste & Resources Action Programme (WRAP) (2009): MRF Output Quality Thresholds. Banbury.
- Waste & Resources Action Programme (WRAP) (2009): Construction procurement guidance. Delivering higher recycled content in construction projects. Guidance for clients, design teams and contractors. <http://www.zerowastescotland.org.uk/sites/files/wrap/Delivering%20higher%20recycled%20content%20in%20construction%20projects.pdf> ; 15.05.2014.

- Waste & Resources Action Programme (WRAP) (2012a): Collection and sorting of rigid household plastic waste. Banbury.
- Waste & Resources Action Programme (WRAP) (2012b): www.wrap.org.uk; abgerufen am 31.07.2014.
- Waste & Resources Action Programme (WRAP) (2014a): Mixed plastics loan fund. <http://www.wrap.org.uk/content/mixed-plastics-loan-fund>; abgerufen am 13.05.2014.
- Waste & Resources Action Programme (WRAP) (2014b): Mixed plastics packaging. <http://www.wrap.org.uk/content/recycling-mixed-plastics>; abgerufen am 13.05.2014.
- Waste & Resources Action Programme (WRAP) (n.d.): Setting requirements for recycled content. Briefing public bodies in Scotland. http://www2.wrap.org.uk/downloads/Scottish_Executive_Welcome_and_Setting_the_Context_.adf9a118.3483.pdf; abgerufen am 15.05.2014.
- Watkins, E.; Hogg, D.; Mitsios, A.; Mudgal, S.; Neubauer, A.; Reisinger, H.; Troeltzsch, J.; Van Acoleyen, M. (2012): Use of Economic Instruments and Waste Management Performances. Final report prepared for the European Commission – DG Environment. Paris.
- Weber-Grellet, H. (2001): Lenkungssteuern im Rechtssystem, NJW 2001, 3657 ff.
- Weiland, S.M.; Urban, A. (2014): Effizienzverbesserung der Kreislaufwirtschaft durch Einsatz von Pfandsystemen. In: Erich Schmidt-Verlag - Müll und Abfall Nr. 2/2014, 56-63.
- Weinberg, Bergeson & Neuman (1996): Summary of State Lead-Acid Battery Recycling Law. Washington.
- Wendenburg, Helge (2012) zit. in: Rolf Müller-Wondorf, Kunststoffrecycling wird zum wichtigen Wirtschaftsfaktor, VDI-nachrichten, 19.10.2012. <http://www.ingenieur.de/Themen/Kunststoffe/Kunststoffrecycling-wichtigen-Wirtschaftsfaktor>; abgerufen am 12.10.2013.
- Werland, Stefan (2010): Instrumente einer Produkt- Inputregulierung: Das Beispiel Dynamische Standards / Ressourcen Top Runner. http://ressourcen.wupperinst.org/downloads/MaRess_AP3_4.pdf, S. 4.; abgerufen am 31.07.2014.
- Wilts, H.; von Gries, N. (2012): Abfallwirtschaftliche Produktverantwortung unter Ressourcenschutzaspekten – AP 1.2 Lokalisierung, Quantifizierung. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums fuer Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit FKZ 3711 95318, Dessau.
- Wilts, H., von Gries, N. (2013): Municipal Solid Waste Management Capacities in Europe. Desktop Study. Wuppertal.
- Winter, G. (2001): Welthandelsrecht und Umweltschutz. In: Dolde, Klaus-Peter (Hrsg.): Umweltrecht im Wandel – Bilanz und Perspektiven aus Anlass der 25-jährigen Bestehens der Gesellschaft für Umweltrecht (GfU), Berlin 2001, S. 71 ff.
- Wirtschaftsvereinigung Metalle – WVM (2012): Metallstatistik 2011, Berlin.
- Wissenschaftlicher Dienst des Deutschen Bundestages (2006) (Hrsg.): Europäische Agenturen, Berlin 2006.
- Witten, E.; Jahn, B.; Karl, D. (2012): Composites-Marktbericht 2012 Marktentwicklungen, Trends, Herausforderungen und Chancen. Oktober 2012.
- Wittinger, M. (2008): "Europäische Satelliten" – Anmerkungen zum Europäischen Agenturunwesen und zur Vereinbarkeit Europäischer Agenturen mit dem Gemeinschaftsrecht, EuR 2008, 609 ff. http://www.europarecht.nomos.de/fileadmin/eur/doc/Aufsatz_Eur_08_05.pdf; abgerufen am 13.10.2013.
- Wittmann, A. (2010): Das neue Abfallrecht und die deutsche Industrie – Berliner Abfallrechtstag 2009, ZUR 2010, 276.
- Wittmer, D.; Scharpf, M.; Giegrich, J.; Ritthoff, M. (2012): Metallische Rohstoffe, weltweite Wiedergewinnung von PGM und Materialien für Infrastrukturen. Wuppertal. http://ressourcen.wupperinst.org/downloads/MaRess_AP2_8_AbschlussBer.pdf; abgerufen am 23.7.2013.

- Woidasky, J.; Stolzenberg, A. (2003): Verwertungspotenzial für Kunststoffteile aus Altfahrzeugen in Deutschland. Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes.
- World Trade Organization (WTO) (1996) (Hrsg.): WTO Appellate Body Report, United States – Standards for Reformulated and Conventional Gasoline, AB-1996-1, adopted 20 May 1996, Doc. WT/DS2/AB/R (1997).
- Zangl, S.; Blepp, M.; Marquardt, M.; Moch, K.; Wirth, O.; Homburg, B.; Temme, C. (2012): Nationale Umsetzung des Stockholmer Übereinkommens zu persistenten organischen Schadstoffen (POPs) – PBDE und PFOS in Erzeugnissen und im Recyclingkreislauf. <http://www.oeko.de/oekodoc/1752/2012-444-de.pdf>; abgerufen am 30.07.2014.
- Zeschmar-Lahl, B.; Lahl, U. (2002): Rohstoffliche Verwertung von getrennt erfassten Verpackungen oder Mitbenutzung der Restmülltonne? Gutachten im Auftrag der Landbell AG, Oeten.

Anhang

Anhang 1: Ergebnis der Recherche umfragerrelevanter Unternehmen

Bundesland	Angeschriebene Unternehmen
Baden-Württemberg	12
Bayern	30
Berlin	2
Brandenburg	8
Bremen	2
Hamburg	2
Hessen	8
Mecklenburg-Vorpommern	0
Niedersachsen	11
Nordrhein-Westfalen	23
Rheinland-Pfalz	11
Saarland	1
Sachsen	4
Sachsen-Anhalt	11
Schleswig-Holstein	1
Thüringen	6

Anhang 2: Fragebogen zur Erhebung von Daten zur werkstofflichen Verwertung von Kunststoffabfällen



U.E.C.

Prof. Dr. Dr. Sanden

Entwicklung von Instrumenten und
Maßnahmen zur Steigerung des
Einsatzes von Sekundärrohstoffen



Datenerhebung zur werkstofflichen Verwertung von Kunststoffabfällen

Angaben zum Unternehmen:

Firmenname: _____

Straße, Hausnummer: _____

PLZ, Ort: _____

Ansprechpartner: _____

Tel: _____

E-Mail: _____

Datenschutz

Alle im Zusammenhang mit der Durchführung dieses Forschungsvorhabens überlassenen und sonst zur Kenntnis gelangten Informationen, soweit sie nicht allgemein und öffentlich zugänglich sind, werden streng vertraulich und im Sinne des allgemeinen Datenschutzes behandelt. Die Daten und Unterlagen werden nur im Rahmen der Auftragsbearbeitung verwendet. Alle Informationen werden anonymisiert oder zusammengefasst, Rückschlüsse auf einzelne Unternehmen sind nicht möglich. Diese Verpflichtung erstreckt sich auf alle mit diesem Projekt vertrauten Mitarbeiter.

Adressaten

Dieser Fragebogen richtet sich an Unternehmen, die Kunststoffabfälle zu Rezyklaten (Mahlgut, Agglomerat, Regranulat) aufbereiten.

Welche Tätigkeit übt Ihr Unternehmen hinsichtlich der Aufbereitung von Kunststoffabfällen aus?

- ☐ Aufbereitung von Kunststoffabfällen zu Rezyklaten (Mahlgut, Agglomerat, Regranulat)
→ Bitte den Fragebogen ausfüllen!
- ☐ Ausschließlich Aufbereitung von Kunststoffabfällen zu Ersatzbrennstoff (EBS)
→ Wir haben Sie versehentlich angeschrieben. Eine weitere Beantwortung des Fragebogens entfällt, vielen Dank!
- ☐ Andere Tätigkeit: _____
→ Wir haben Sie versehentlich angeschrieben. Eine weitere Beantwortung des Fragebogens entfällt, vielen Dank!

Bitte senden Sie diese Seite auch dann an uns zurück, wenn eine weitere Beantwortung des Fragebogens nicht nötig ist! Vielen Dank!



Prof. Dr. Dr. Sanden

Entwicklung von Instrumenten und
Maßnahmen zur Steigerung des
Einsatzes von Sekundärrohstoffen



Derzeitige Anzahl der Mitarbeiter (ohne Büropersonal):

- | | | |
|--|--|--|
| ☐ bis 5 Mitarbeiter | ☐ 5 - 10 Mitarbeiter | ☐ 10 - 20 Mitarbeiter |
| ☐ 20 - 50 Mitarbeiter | ☐ über 50 Mitarbeiter | |

Umsatz (netto) im Jahr 2011:

- | | | |
|--|--|---|
| ☐ bis 250.000 €/a | ☐ 250.000 - 500.000 €/a | ☐ 500.000 - 1 Mio. €/a |
| ☐ 1 - 5 Mio. €/a | ☐ 5 - 10 Mio. €/a | ☐ über 10 Mio. €/a |

Kapazität der Anlage:

Geben Sie bitte die genehmigte Kapazität Ihrer Anlage für die Aufbereitung von Kunststoffabfällen an!

genehmigte Kapazität: t/Jahr

Angewandetes Verfahren zur werkstofflichen Aufbereitung von Kunststoffabfällen

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Übersicht der derzeit bekannten angewendeten Verfahren zur werkstofflichen Aufbereitung von Kunststoffabfällen. Bitte geben Sie an, nach welchem Verfahren in Ihrem Unternehmen Kunststoffabfälle aufbereitet werden, bitte ergänzen Sie gegebenenfalls!

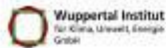


- ☐ Trockene Aufbereitung von Mischkunststoffen zur Herstellung von Mischkunststoffagglomeraten
- ☐ Trocken-/Nassmechanische Trennung einzelner Kunststoffsorten (z.B. PP, PE) zur Herstellung von
- ☐ Mahlgut ☐ Agglomeraten ☐ Regranulaten
- ☐ Einsatz von Lösungsmitteln für die Herstellung hochreiner Kunststoffsorten nach dem
- ☐ CreaSolv-Verfahren ☐ Vinyloop-Verfahren ☐
- ☐ anderes Verfahren:

Aufbereitungstechnik:

Für das o.g. Verwertungsverfahren werden nachfolgend genannte Aufbereitungstechniken angewendet:

- | | | |
|---|--|---|
| ☐ trockene Zerkleinerung | ☐ Nasszerkleinerung | ☐ Metallabtrennung |
| ☐ Wäsche | ☐ Schwimm-/Sinktrennung | ☐ Hydrozyklon |
| ☐ Zentrifuge | ☐ mechanische Trocknung | ☐ thermische Trocknung |
| ☐ Extruder | ☐ Agglomeratoren | ☐ |
| ☐ | ☐ | ☐ |



u.e.c.

Prof. Dr. Dr. Sanden

Entwicklung von Instrumenten und
Maßnahmen zur Steigerung des
Einsatzes von Sekundärrohstoffen



Anlageninput:

Geben Sie bitte für das Jahr **2011** die in Ihrem Unternehmen angenommene Kunststoffabfallmenge an! Die Kunststoffabfälle sind dabei zu unterscheiden in

- Produktions- und Verarbeitungsabfälle (Post-Industrial Abfälle): Kunststoffabfälle, die beim Produktionsprozess anfallen (Herstellerseite)
- Produktabfälle (Post-Consumer Abfälle): Kunststoffabfälle, die beim Endverbraucher in Haushalten und im Gewerbe anfallen.

Wie haben sich diese Mengen im Vergleich zum Vorjahr 2010 entwickelt und wie beurteilen Sie die Entwicklung für das Jahr 2012?

Produktions-/Verarbeitungsabfallmenge (Post-Industrial Abfälle) 2011: t/Jahr

Die Menge des Jahres 2011 ist im Vergleich zum Jahr 2010

☐ gesunken ☐ gestiegen ☐ gleich geblieben

Die Menge des Jahres 2012 ist im Vergleich zum Jahr 2011

☐ gesunken ☐ gestiegen ☐ gleich geblieben

→ Wenn Sie **ausschließlich Produktions-/Verarbeitungsabfälle** aufbereiten, beantworten Sie bitte abschließend die Fragen im Abschnitt Absatzhemmnisse auf der vorletzten Seite!

Produktabfallmenge (Post-Consumer Abfälle) 2011: t/Jahr

Die Menge des Jahres 2011 ist im Vergleich zum Jahr 2010

☐ gesunken ☐ gestiegen ☐ gleich geblieben

Die Menge des Jahres 2012 ist im Vergleich zum Jahr 2011

☐ gesunken ☐ gestiegen ☐ gleich geblieben

Input Produktabfälle 2011 (Post-Consumer Abfälle):

Geben Sie bitte die in Ihrem Unternehmen angenommenen **Produktabfälle (Post-Consumer Abfälle)** differenziert nach Kunststoffsorten für das Jahr 2011 an!

Woher stammen die Abfälle? Geben Sie bitte, sofern bekannt, die Verteilung der zur Verwertung angenommenen Kunststoffabfälle auf die Herkunftsbereiche Verpackungen, Bau, Fahrzeuge (Altfahrzeugaufbereitung, Reparaturwerkstätten), Elektro/Elektronik oder Sonstiges an! Die Angaben können in **Tonne pro Jahr (t/a)** oder **Massenprozent (Ma.-%)** erfolgen!

Inputmaterial überwiegend bestehend aus	Input	davon aus dem Bereich											
		Verpackungen		Bau		Fahrzeuge		Elektro/ Elektronik		Sonstiges		nicht bekannt	
										darunter ☐ Haushaltswaren ☐ Sport & Freizeit ☐ Möbel ☐			
		t/a	Ma.-%	t/a	Ma.-%	t/a	Ma.-%	t/a	Ma.-%	t/a	Ma.-%	t/a	Ma.-%
PE													
davon	PE-LD												
	PE-HD												
PP													
PVC													
PS													
PS-E													
ABS													
SAN													
ASA													
PC													
PA													
polyolefinreiche													
Mischkunststoffe													
Mischkunststoffe													
Summe													

Output 2011:

Geben Sie bitte die von Ihrem Unternehmen erzeugte **Rezyklatmenge** differenziert nach Kunststoffsorten für das Jahr 2011 an!

In welchen Branchen werden diese Sekundärkunststoffe wieder eingesetzt? Geben Sie bitte, sofern bekannt, die Verteilung der einzelnen Rezyklate auf die Einsatzbereiche Verpackungen, Bau, Fahrzeuge, Elektro/Elektronik oder Sonstiges an! Die Angaben können in **Tonne pro Jahr (t/a)** oder **Massenprozent (Ma.-%)** erfolgen!

Rezyklate überwiegend bestehend aus	Rezyklat- menge	Einsatzbereiche											
		Verpackungen		Bau		Fahrzeuge		Elektro/ Elektronik		Sonstiges		nicht bekannt	
		t/a	Ma.-%	t/a	Ma.-%	t/a	Ma.-%	t/a	Ma.-%	t/a	Ma.-%	t/a	Ma.-%
PE													
davon PE-LD													
PE-HD													
PP													
PVC													
PS													
PS-E													
ABS													
SAN													
ASA													
PC													
PA													
polyolefinreiche Mischkunststoffe													
Mischkunststoffe													
Summe													

Vertriebswege

Über welche Vertriebswege gelangen Ihre Produkte/Rezyklate auf den Markt?

- ☐ direkter Vertrieb an Kunststoffverarbeiter im Inland
☐ direkter Vertrieb an Kunststoffverarbeiter im Ausland
☐ Vertrieb über Zwischenhändler
☐ Abgabe an Compoundeure zur weiteren Modifizierung der Sekundärkunststoffe
☐ andere Vertriebswege:

Verbleib von Rezyklaten im Ausland (Exporte)

Werden von Ihrem Unternehmen erzeugte Rezyklate ins Ausland exportiert?

- ☐ ja ☐ nein ☐ nicht bekannt

Falls ja, für welche Rezyklatsorten trifft dies zu und wie groß ist der Anteil des exportierten Sekundärkunststoffes bezogen auf die insgesamt erzeugte Sekundärkunststoffsorte?

Rezyklat überwiegend aus	Anteil des exportierten Rezyklats in Massenprozent				
	0 – 25	> 25 – 50	> 50 – 75	> 75 – 100	keine Angaben
PE-LD	☐	☐	☐	☐	☐
PE-HD	☐	☐	☐	☐	☐
PP	☐	☐	☐	☐	☐
PVC	☐	☐	☐	☐	☐
PS	☐	☐	☐	☐	☐
PS-E	☐	☐	☐	☐	☐
ABS	☐	☐	☐	☐	☐
SAN	☐	☐	☐	☐	☐
ASA	☐	☐	☐	☐	☐
PC	☐	☐	☐	☐	☐
PA	☐	☐	☐	☐	☐
Polyolefinreichen Mischkunststoffen	☐	☐	☐	☐	☐
Mischkunststoffen	☐	☐	☐	☐	☐



Prof. Dr. Dr. Sanden

Entwicklung von Instrumenten und
Maßnahmen zur Steigerung des
Einsatzes von Sekundärrohstoffen



Absatzhemmnisse

Was sind aus Ihrer Sicht zentrale Hemmnisse, Sekundärkunststoffe am Markt zu positionieren?

- ☐ Schwierigkeiten hinsichtlich der Verfügbarkeit von Inputmaterial
- ☐ schwankende Erlöse
- ☐ Konkurrenz zur thermischen Verwertung
- ☐ Qualitätsanforderungen auf der Abnehmerseite entsprechend Neuware
- ☐ Probleme mit den gewünschten Liefermengen
- ☐ Probleme mit den gewünschten Lieferfristen
- ☐ Uneinheitliche und für den Abnehmer nicht aussagekräftige Qualitätsstandards für Sekundärkunststoffe
- ☐ Unklare Vorgaben zum Ende der Abfalleigenschaft („End of Waste“-Kriterien)
- ☐ Probleme hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen der REACH-Verordnung
- ☐ andere Hemmnisse:

Welche Rahmenbedingungen sollten Ihrer Meinung nach gesetzt werden, um den Einsatz von Sekundärkunststoffen zu steigern?

Wirtschaftlich:

.....

.....

.....

Abfallspezifisch:

.....

.....

.....

Platz für weitere Kommentare:

.....

.....

.....

Vielen Dank für Ihre Teilnahme!



Prof. Dr. Dr. Sanden

Entwicklung von Instrumenten und
Maßnahmen zur Steigerung des
Einsatzes von Sekundärrohstoffen



Diesen Fragebogen bitte zurück an:

u.e.c. Berlin

Levetzowstr. 10a

10555 Berlin

oder per Fax: 030 39 84 88 54

Ansprechpartner:

Nadine Siegmund

u.e.c. Berlin, Oetjen-Dehne & Partner

Umwelt- und Energie-Consult GmbH

Levetzowstr. 10a

10555 Berlin

Tel. 030 344 80 39

Fax 030 39 84 88 54

siegmund@uec-berlin.de

Wolfgang Beier

Umweltbundesamt

FG III 1.6

Postfach 1406

06813 Dessau

Tel. 0340 2103 3076

Fax 0340 2104 3076

wolfgang.beier@uba.de

Anhang 3: Statistik über die Aus- und Einfuhr von Abfällen, Schnitzeln und Bruch von Kunststoffen (Warengruppe 3915)

Kunststoffsorte (Warennummer)	Einfuhr * kt	Ausfuhr * kt
PE (39151000)	157	916
PP (39159011)	16	85
PS (39152000)	27	47
PVC (39153000)	35	41
andere Polymere (39159080)	84	395
Summe	319	1.484
* Summe aus Produkt- und Produktionsabfall		

Anhang 4: Ermittlung der importierten und exportierten Kunststoffsorten PE-LD und PE-HD

Kunststoffsorte	Gesamtabfall- menge * in kt	Anteil in Ma.-%	Einfuhrmenge in kt	Ausfuhrmenge in kt
PE	2.094	100 %	157	916
PE-LD	1.375	66 %	104 (berechnet)	605 (berechnet)
PE-HD	719	34 %	53 (berechnet)	311 (berechnet)
Datengrundlage	Consultic 2012		Außenhandelsstatistik 2011	
* Summe aus Produktabfall und Produktionsabfall				

Anhang 5: Ermittlung der importierten und exportierten Produktabfallmengen je Kunststoffsorte

Kunststoff-sorte	Gesamtabfall-menge* kt	Produkt-ab-fall* kt	Anteil Pro-duktabfall Ma.-%	Importmenge		Exportmenge	
				gesamt** in kt	dav. Produktabfall in kt	gesamt** in kt	dav. Produktabfall in kt
PE	2.094	1.820	87 %	157	136	916	796
PE-LD	1.375	1.229	89 %	104	92	605	538
PE-HD	719	591	82 %	53	44	311	259
PP	909	736	81 %	16	13	85	68
PS	284	252	89 %	27	24	47	42
PVC	610	470	77 %	35	27	41	31

* aus Consultic 2012

** aus der Statistik über die Aus- und Einfuhr von Abfällen, Schnitzeln und Bruch von Kunststoffen für das Jahr 2011

Anhang 6: Im Jahr 2011 in Deutschland (D) behandelte Produktabfallmenge der untersuchungsrelevanten Kunststoffsorten

Abfall-Kunststoffsorte	Produktabfallmenge in D angefal- len	Produktabfallmenge Einfuhr	Produktabfallmenge Ausfuhr	Produktabfallmenge in D behandelt
PE-LD/LLD	1.229	92	538	783
PE-HD/MD	591	44	259	377
PP	736	13	68	681
PS	252	24	42	234
PS-E	83	-	-	83
PVC	470	27	31	466
ABS, ASA, SAN	71	-	-	71

PA	57	-	-	57
Summe	3.489			2.752

Anhang 7: Korrektur der Verteilung auf die Entsorgungswege für die Anfallstelle Verpackungen [Daten aus

	Produktabfallmenge kt	Entsorgungsweg - Menge in kt			
		werkstofflich	rohstofflich	energetisch	Deponie
Verpackung	2.692	1.071	53	1.556	12
davon PET	486	486*	0	0	0
Verpackung PET-korrigiert	2.206	585	53	1.556	12
Verpackung	100 %	39,8 %	2,0%	57,8 %	0,4 %
Verpackung PET-korrigiert	100 %	26,5 %	2,4%	70,6 %	0,5 %

* Es wird vereinfachend angenommen, dass PET zu 100% werkstofflich verwertet wird.

Daten aus Consultic 2012

Anhang 8: Mengenverhältnis von Kunststoffabfall zur Kunststoffverarbeitung

	Verpackung kt	Bau kt	Fahrzeuge kt	Elektro/Elektronik kt	Sonstige kt	Summe kt
Kunststoffverarbeitung	4.111	2.782	1.170	731	3.071	11.865
Kunststoffabfall (Produktabfallmenge)	2.692	372	213	241	920	4.438
Verhältnis von Abfallmenge zu Verarbeitungsmenge	65 %	13 %	18 %	33 %	30 %	

Daten aus Consultic 2012

Anhang 9: Modellierung der Abfallmengenverteilung je Anfallstelle für die Kunststoffsorte PE-LD

	Verpackung	Bau	Fahrzeuge	Elektro/ Elektronik	Sonstige	Summe	Bemerkung
PE-LD Kunststoffverarbeitung	76 %	6 %	1 %	2 %	16 %	100 %	aus Consultic 2012
Verhältnis von Abfallmenge zu Verarbeitungsmenge	65 %	13 %	18 %	33 %	30 %		aus Anhang 8
normierter Abfallanteil je Branche	88,9 %	1,3 %	0,3 %	1,0 %	8,6 %	100 %	Modellierung

Anhang 10: Modellierte Verteilung der als Abfall angefallenen Kunststoffsorten je Einsatzfeld

Abfall-Kunststoffsorte	Insgesamt	Verpackung	Bau	Fahrzeuge	Elektro/Elektronik	Sonstige
	Ma.-%					
PE-LD/LLD	100	88,9	1,3	0,3	1,0	8,6
PE-HD/MD	100	80,5	8,3	2,4	2,2	6,6
PP	100	66,2	2,8	6,8	4,8	19,4
PS	100	64,6	4,8	0,3	13,4	16,9
PS-E	100	42,0	56,6	0,0	0,0	1,4
PVC	100	38,6	40,9	2,9	4,9	12,7
ABS, ASA, SAN	100	8,3	3,4	20,9	37,3	30,1
PA	100	34,7	2,3	27,9	26,1	9,0

Anhang 11: Ermittelte Verteilung der als Abfall angefallenen Kunststoffsorten auf die Entsorgungswege für das Jahr 2011

Abfall-Kunststoffsorte	werkstoffliche Verwertung	rohstoffliche Verwertung	energetische Verwertung	Beseitigung (Deponierung)
	Ma.-%			
PE-LD/LLD	25,5 %	2,1 %	71,6 %	0,8 %
PE-HD/MD	25,4 %	1,9 %	71,5 %	1,1 %
PP	23,8 %	1,6 %	73,3 %	1,3 %
PS	22,3 %	1,6 %	74,9 %	1,3 %
PS-E	26,0 %	1,0 %	70,5 %	2,5 %
PVC	24,1 %	0,9 %	72,6 %	2,4 %
ABS, ASA, SAN	17,0 %	0,2 %	80,2 %	2,6 %
PA	21,4 %	0,8 %	75,5 %	2,3 %
Gesamt	24,3 %	1,6 %	72,7 %	1,4 %

Anhang 12: Patente aus der Entwicklungstätigkeit des Sekundärrohstoffverwertungszentrums (SVZ) Schwarze Pumpe

Patent-Nr.	Bezeichnung
DE19916271A1	Verfahren zur Herstellung thermofester Pellets für die Vergasung
DE19906891A1	Verfahren zur Vorbereitung von staubförmigen und schlammartigen kohlenstoffhaltigen Stoffen für den Einsatz in der Festbettvergasung
DE19848432A1	Verfahren zur Beseitigung von teerhaltigen Rückständen
DE19621922C2	Verfahren zur Behandlung von Müll als Einsatzstoff für die Festbettdruckvergasung
DE19817298C1	Verfahren zur Nutzung des Manteldampfes aus Festbettdruckvergasern
DE19751889C1	Verfahren zur autothermen Vergasung flüssiger Abfallstoffe
DE19717978C1	Verfahren zur Verwertung von Teer-Öl-Feststoff-Wasser-Gemischen aus Festbettdruckvergasungsanlagen
DE4125520C2	Verfahren zur Vergasung von festen und flüssigen Abfallstoffen
DE19621922A1	Verfahren zur Vorbereitung von Müll für die Festbettvergasung
DE4243153C2	Verfahren zur Herstellung eines Brikettiergutes aus übertrockneter Braunkohle in Verbindung mit feuchten organischen Stoffen
DE4320441C2	Verfahren zur Herstellung von thermostabilen Formlingen aus gemischten verunreinigten Kunststoffabfällen
DE19509593C2	Verfahren zum Abstellen von Festbettdruckvergasern
DE19509570C2	Verfahren zur Pyrolyse und Festbettdruckvergasung von kohlenstoffhaltigen Stoffen
DE4408581C2	Verfahren zur Verwertung von festen Verpackungen
DE19509593A1	Verfahren zum Abstellen von Festbettdruckvergasern
DE19509570A1	Verfahren zur Pyrolyse und Festbettdruckvergasung von kohlenstoffhaltigen Stoffen
DE4032747C2	Verfahren zur Naßausschleusung von Aschen aus Generatoren der Kohledruckvergasung

Anhang 13: In Verkehr gebrachte Elektrogeräte und erfasste Elektroaltgeräte

Produktgruppe		In Verkehr gebrachte Menge in t/a	Gesammelte Gesamt- menge in t/a
1	Haushaltsgroßgeräte	714.141	249.149
2	Haushaltskleingeräte	175.325	72.364
3	IKT-Geräte	285.284	217.917
4	Unterhaltungselektronik	210.596	191.280
5	Beleuchtungskörper	97.678	11.876
6	Elektrische & elektronische Werkzeuge	114.588	22.489
7	Spielzeug / Sport- / Freizeitge- räte	50.671	3.770
8	Medizinische Geräte	26.704	2.844
9	Überwachungs- und Kontrollin- strumente	42.570	1.225
10	Automatische Ausgabegeräte	13.237	4.121
Summe		1.730.794	777.035

Quelle: eigene Darstellung, erstellt nach BMU 2013

Anhang 14: Potenzial demontierbarer Kunststoffbauteile aus Altfahrzeugen

Kunststoffbauteil	Kunststoff- gehalt *	Anzahl ** in Stk.	Rücklauf *** in %	Kunststoff- potenzial Demontage in t (gerundet)	maßgebliche Kunststoff-sort
Stoßfänger	4 kg/Stk.	932.400	80 %	2.960	PP
Radkappen °	0,3 kg/Stk.	1.864.800	25 %	80	ABS, PA
Kühlergrill	0,5 kg/Stk.	466.200	80 %	400	ABS, ASA
Rammschutzleiste	1,5 kg/Fzg.	466.200	90 %	630	PP
Motorabdeckung	0,6 kg/Fzg.	466.200	90 %	270	PA
andere Kunst- stoffbauteile im Motorraum	0,75 kg/Fzg.	466.200	90 %	270	PA
Radlaufschalen	4,4 kg/Fzg.	466.200	90 %	1.890	PP, PE
Kraftstofftank °°	6 kg/Stk.	279.700	90 %	5.040	PE (PE-HD)
Summe				11.500	

*Zugrunde gelegt werden die in Woidasky et al. 2003 angegebenen Kunststoffgehalte.

**Bezogen auf die statistisch erfasste Anzahl an Altfahrzeugen im Jahr 2011 (466.200 Altfahrzeuge) (UBA BMU 2013).

***Kein vollständiger Rücklauf in Demontagebetrieben bspw. aufgrund von Unfällen, Demontagen zur Wiederverwendung (Woidasky et al. 2003, eigene Annahmen).

°4 Radkappen pro Fahrzeug

°°Es wird angenommen, dass etwa 60 % der Altfahrzeuge mit einem Kraftstofftank aus Kunststoff ausgestattet sind (Woidasky et al. 2003).

Anhang 15: Glossar

Abfall: Bewegliche Gegenstände, Stoffe oder Stoffgemische, deren sich der Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muss.

Additiv: Zuschlagstoff für Kunststoffe, um Eigenschaften und Aussehen zu verändern.

Downcycling: Recycling, bei dem der erzeugte Sekundärrohstoff von geringerer Qualität als das Ausgangsmaterial ist.

Duroplast: Engmaschig vernetzter Kunststoff; durch Erwärmung nicht plastisch verformbar.

Elastomer: Weitmaschig vernetzter Kunststoff mit elastischen Eigenschaften.

Kaskadennutzung: Eine Strategie, Rohstoffe oder daraus hergestellte Produkte in zeitlich aufeinander folgenden Schritten so lange, so häufig und so effizient wie möglich stofflich zu nutzen und erst am Ende des Produktlebenszyklus energetisch zu verwerten. Dabei werden sogenannte Nutzungskaskaden durchlaufen, die von höheren Wertschöpfungsniveaus in tiefere Niveaus fließen.

Primärrohstoff: Rohstoff, der durch Entnahme aus der Natur gewonnen wird.

Produktabfall: Bezeichnet in Abgrenzung zum Produktionsabfall alle Abfälle, die am Ende der Nutzungsphase von Produkten anfallen.

Recycling: Jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfallmaterialien zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden. Es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, aber nicht die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.

Regranulat: Im werkstofflichen Recycling werden die Kunststoffabfälle sortenrein getrennt und in einem Extruder zu Regranulaten umgeschmolzen. Das so entstandene körnige Regranulat dient in der Kunststoffverarbeitung zur Herstellung von Fertigprodukten.

Rezyklate: Als Rezyklate bezeichnet man Stoffe und Gegenstände, die ganz oder teilweise aus Materialien bestehen, die einem Recycling entstammen, also aus aufbereitetem Altmaterial hergestellt sind.

Sekundärrohstoff: Rohstoff, der aus Abfällen oder Produktionsrückständen gewonnen wird. Er kann Primärrohstoffe ersetzen. Dementsprechend sind als Sekundärkunststoffe solche Kunststoffe anzusehen, die aus Kunststoffrezyklaten hergestellt wurden und vergleichbare Eigenschaften und Fähigkeiten wie Primärkunststoffe aufweisen.

Verwertung: Jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis Abfälle innerhalb einer Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie andere Materialien ersetzen, die ansonsten zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären, oder die Abfälle so vorbereitet werden, dass sie diese Funktion erfüllen.