

TEXTE

58/2018

Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2016

TEXTE 58/2018

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und nukleare Sicherheit

Projektnummer/Geschäftszeichen: 66835/Z 6-30 727/45
UBA-FB 002670

Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2016

von

Diplom-Volkswirt Kurt Schüler

GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH
Alte Gärtnerei 1
55128 Mainz

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

März 2018

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:

GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH

Abschlussdatum:

März 2018

Redaktion:

III 1.6 Produktverantwortung
Gerhard Kotschik

Publikationen als pdf:

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

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Juli 2018

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Nach 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 sind die EU-Mitgliedstaaten verpflichtet, jährlich über Verbrauch und Verwertung von Verpackungen zu berichten. Der Bericht hat auf der Grundlage der Entscheidung der Kommission vom 22.03.2005 zur Festlegung der Tabellenformate zu erfolgen (2005/270/EG).

Die Studie bestimmt die in Deutschland in Verkehr gebrachte Menge an Verpackungen (Verpackungsverbrauch) für die Materialgruppen Glas, Kunststoff, Papier, Aluminium, Weißblech, Verbunde, Sonstiger Stahl, Holz und Sonstige Packstoffe. Zur Verbrauchsberechnung wurden neben der in Deutschland eingesetzten Menge von Verpackungen auch die gefüllten Exporte und die gefüllten Importe ermittelt. Aus der in Verkehr gebrachten Menge von Verpackungen wurde die Menge der in Deutschland abfallrelevanten Verpackungsabfälle berechnet, da z.B. Mehrweg- und langlebige Verpackungen erst in Folgeperioden entsorgt werden.

Zur Bestimmung der Verwertungsmengen und Verwertungswege wurden die vorliegenden Daten von Verbänden, der Entsorgungswirtschaft und der Umweltstatistik systematisch zusammengetragen und dokumentiert.

Im Ergebnis wurden im Jahr 2016 18,16 Mio. t Verpackungen verbraucht und fielen als Abfall an. Insgesamt wurden 17,61 Mio. t Verpackungsabfall verwertet, davon 12,84 Mio. t stofflich und 4,77 Mio. t energetisch. Zusätzlich wurden 2,06 Mio. t aus dem Ausland importierte Verpackungsabfälle in Deutschland verwertet.

Abstract

According to EU Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste dated 20.12.1994 in connection with Directive 2004/12/EC, EU Member States are obliged to annually report on the consumption and recovery of packaging. This report shall be prepared on the basis of the Commission's decision of 22.03.2005 on establishing mandatory table formats (2005/270/EC).

The study determines the amount of packaging put on the market in Germany (packaging consumption) for the material-groups glass, plastics, paper, aluminum, tin plate, other steel, composite materials, wood and other packaging materials. Aside from the packaging used in Germany, the calculation of the packaging consumption also includes the determination of filled exports and filled imports. The waste relevant amount of packaging in Germany calculated on the basis of the quantity of packaging placed on the market, because e.g. reusable and long-life packaging will only be disposed at a later date.

To determine the amount of recovered packaging and the recovery channels existing data of associations, the recovery industry and environmental statistics have been systematically compiled and documented.

The result is that 18.16 M t of packaging were used and accrued as waste in Germany 2016. Overall, 17.61 M t were recovered, thereof 12.84 M t material recycling and 4.77 M t energy recovery. In addition, Germany recovered 2.06 M t of imported packaging waste.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	12
Summary.....	20
1 Einleitung	25
2 Ergebnisse in der Übersicht	26
3 Abfallaufkommen aus Verpackungen.....	32
3.1 Definitionen	32
3.2 Methoden	34
3.3 Vereinfachtes Verfahren für das Bezugsjahr 2016	35
3.4 Datenbanken.....	37
3.5 Angefallene Menge von Verpackungsabfällen	37
3.6 Entwicklung des Verpackungsverbrauchs	37
3.6.1 Entwicklung des Gesamtverbrauchs	37
3.6.2 Entwicklung des privaten Endverbrauchs	40
3.6.3 Wichtige Trends in der Übersicht.....	43
3.6.4 Marktentwicklung und BIP	46
3.7 Verpackungen mit Magneten	54
3.7.1 Neodym als knapper Rohstoff.....	54
3.7.2 Neodymhaltige Magnete	55
3.7.3 Neodymmagneten in Verpackungen	55
3.7.4 Verpackungsaufkommen von Neodymmagneten	56
3.7.5 Neodym und Verpackungsservice.....	59
3.7.6 Entsorgung	60
3.7.7 Einordnung	60
4 Verwertung und Entsorgung von Verpackungsabfällen	62
4.1 Schnittstellen, Restfeuchtigkeit und verpackungsfremde Massen	62
4.2 Definition der Verwertungswege.....	65
4.3 Energetische Verwertung in Abfallverbrennungsanlagen	66
4.3.1 Kreislaufwirtschaftsgesetz und R1-Kriterium.....	66
4.3.2 Umsetzung des R1-Kriteriums.....	67
4.4 Datenquellen nach Umweltstatistikgesetz und duale Systeme	68
4.4.1 Erhebungen nach Umweltstatistikgesetz.....	68
4.4.2 Verwertung durch duale Systeme.....	72

4.5	Verpackungen aus Glas.....	77
4.6	Verpackungen aus Kunststoff	86
4.7	Verpackungen aus Papier, Pappe, Karton	97
4.8	Verpackungen aus Aluminium	107
4.9	Verpackungen aus Weißblech	115
4.10	Sonstige Stahlverpackungen.....	120
4.11	Verbundverpackungen: Flüssigkeitskarton	126
4.12	Verpackungen aus Holz.....	131
4.13	Sonstige Packstoffe.....	139
5	Verwertung von Verpackungen in der Übersicht	142
6	Fehlerbetrachtung	152
6.1	Fehlerbetrachtung Verpackungsverbrauch	152
6.2	Fehlerbetrachtung Verwertungsmengen	156
7	Quellenverzeichnis.....	160

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	In Deutschland angefallene Verpackungsabfälle im Jahr 2016 (in kt)	28
Abbildung 3-1:	Entwicklung der in Deutschland angefallenen Verpackungsabfälle ...	40
Abbildung 3-2:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs (alle Materialien) und BIP	47
Abbildung 3-3:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch (alle Materialien) und BIP	47
Abbildung 3-4:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs nicht privater Endverbrauch (alle Materialien) und BIP	48
Abbildung 3-5:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs von Papier, Pappe und Karton und BIP	48
Abbildung 3-6:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch aus Papier, Pappe und Karton und BIP.....	49
Abbildung 3-7:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs nicht privater Endverbrauch aus Papier, Pappe und Karton und BIP	49
Abbildung 3-8:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs aus LVP und BIP.....	50
Abbildung 3-9:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch aus LVP und BIP	50
Abbildung 3-10:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs nicht privater Endverbrauch aus LVP und BIP	51
Abbildung 3-11:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs aus Kunststoff und BIP	51
Abbildung 3-12:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch aus Kunststoff und BIP	52
Abbildung 3-13:	Entwicklung des Gesamtverbrauchs nicht privater Endverbrauch von Kunststoffverpackungen und BIP	52
Abbildung 3-14:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs aus Glas und BIP.....	53
Abbildung 3-15:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch aus Glas und BIP	53
Abbildung 3-16:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs nicht privater Endverbrauch aus Glas und BIP	54
Abbildung 3-17:	Recyclingpotentiale aus Produkten für 2020 im Vergleich zum Potential für Verpackungen 2016	61
Abbildung 4-1:	Übersicht Gründe für Verluste in der Prozesskette.....	64
Abbildung 4-2:	Entsorgungswege von Glasverpackungen	84
Abbildung 4-3:	Entsorgungswege Kunststoffverpackungen (inkl. energetischer Verwertung über den Restmüllpfad).....	87
Abbildung 4-4:	Entsorgungswege von Verpackungsabfällen aus Kunststoff in Deutschland im Jahr 2016 (in kt)	95
Abbildung 4-5:	Entsorgungswege für Verpackungen aus PPK	105
Abbildung 4-6:	Entsorgungswege Aluminiumverpackungen	113

Abbildung 4-7:	Entsorgungswege Holzverpackungen.....	137
Abbildung 5-1:	Übersicht über den Verpackungsverbrauch und die Mengen der Verwertung (stoffliche oder energetisch)	144
Abbildung 5-2:	Entwicklung der Verwertungsquoten (stofflich oder energetisch) ..	146
Abbildung 5-3:	Entwicklung der stofflichen Verwertung in Deutschland nach Materialien (in kt)	148
Abbildung 5-4:	Verwertung und Beseitigung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2016 (in kt)	150

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	In Deutschland angefallene und innerhalb Deutschlands oder in einem anderen Staat verwertete oder in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung verbrannte Verpackungsabfallmengen (2016).....	27
Tabelle 2-2:	Zur Verwertung oder Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung in andere Mitgliedstaaten verschickte oder aus der Gemeinschaft ausgeführte Verpackungsabfallmengen (2016).....	29
Tabelle 2-3:	Zur Verwertung oder Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung in anderen Mitgliedstaaten angefallene oder von außerhalb der Gemeinschaft eingeführte und nach Deutschland verschickte Verpackungsabfallmengen (2016).....	30
Tabelle 2-4:	Berechnung der in Deutschland im Jahr 2016 angefallenen Verpackungsabfälle (in kt)	31
Tabelle 3-1:	Determinanten des Verpackungsverbrauchs	36
Tabelle 3-2:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs zur Entsorgung 2010 bis 2016	38
Tabelle 3-3:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs zur Entsorgung 1991 bis 2016	39
Tabelle 3-4:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch zur Entsorgung 2009 bis 2016	41
Tabelle 3-5:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch zur Entsorgung 1991 – 2016	42
Tabelle 3-6:	Neodym-Potential aus Verpackungen in Deutschland im Jahr 2017 .	58
Tabelle 4-1:	Schätzung der Verluste in Aufbereitung und Verwertung von Verpackungen	65
Tabelle 4-2:	Ergebnisse der Erhebung TUV nach dem Umweltstatistikgesetz.....	69
Tabelle 4-3:	Erhebung über die Einsammlung und Verwertung von Verpackungen 2016 - Bei privaten Endverbrauchern eingesammelte Verkaufsverpackungen Verbleib der Verkaufsverpackungen nach Materialart und Menge	70
Tabelle 4-4:	Vergleich verschiedener Datenquellen – Verwertung von Verkaufsverpackungen im Verantwortungsbereich von dualen Systemen und Branchenlösungen 2016 (in kt)	71
Tabelle 4-5:	Vergleich „Verwertung“ nach Destatis versus GVM – 2016 (in kt)	72
Tabelle 4-6:	Verwertungszuführung durch duale Systeme 2016 - Vergleich der Erhebungen der Bundesländer und der GVM (in kt)	73
Tabelle 4-7:	Verwertungsquoten Basis „Vertragsmenge“	74
Tabelle 4-8:	Verwertungsquoten Basis „Marktmenge duale Systeme“	76
Tabelle 4-9:	Verwertungsmengen Glasverpackungen.....	77

Tabelle 4-10:	Korrektur Glas aus Gewerbe.....	78
Tabelle 4-11:	Vergleichsmengen Glasverpackungen aus dem Gewerbebereich	80
Tabelle 4-12:	Ergebnisse des Statistischen Bundesamtes – Verpackungen aus Glas	80
Tabelle 4-13:	Importe und Exporte von Altglas.....	82
Tabelle 4-14:	Glas aus gebrauchten Verpackungen – Verwertungsmengen	83
Tabelle 4-15:	Glas aus gebrauchten Verpackungen – Verwertungsquoten.....	85
Tabelle 4-16:	Verwertungsmengen Kunststoffverpackungen (ohne energetische Verwertung über den Restmüllpfad).....	86
Tabelle 4-17:	Ergebnisse der Erhebung TUV – Kunststoffverpackungen	90
Tabelle 4-18:	Verwertungswege von Abfällen aus gebrauchten Kunststoffverpackungen (ohne energetische Verwertung über Restmüllpfad) – Schätzung (2016).....	92
Tabelle 4-19:	Kunststoffverpackungen – Verwertungswege	94
Tabelle 4-20:	Kunststoffverpackungen – Verwertungsquoten	96
Tabelle 4-21:	Verwertungsmengen Verpackungen aus Papier, Pappe und Karton (ohne energetische Verwertung über Restmüllpfad).....	97
Tabelle 4-22:	Ergebnisse der Erhebung TUV – Verpackungen aus PPK.....	99
Tabelle 4-23:	Außenhandel mit Altpapier 2014 bis 2016.....	102
Tabelle 4-24:	Verpackungen aus Papier – Verwertungsmengen und Verwertungswege.....	104
Tabelle 4-25:	Verpackungen aus Papier – Verwertungsquoten	106
Tabelle 4-26:	Verwertungsmengen Aluminiumverpackungen (ohne energetische Verwertung über Restmüllpfad)	107
Tabelle 4-27:	Anteile von Aluminium-Verpackungen die bei Mitverbrennung in Müllverbrennungsanlagen oxidiert werden	111
Tabelle 4-28:	Verpackungen aus Aluminium – Verwertungsmengen und Verwertungswege.....	112
Tabelle 4-29:	Verpackungen aus Aluminium – Verwertungsquoten.....	114
Tabelle 4-30:	Verwertung von Weißblechverpackungen	115
Tabelle 4-31:	Weißblechverpackungen – Verwertungswege.....	118
Tabelle 4-32:	Weißblechverpackungen – Verwertungsquoten.....	119
Tabelle 4-33:	Ergebnisse der Erhebung des Statistischen Bundesamts – Metallverpackungen	122
Tabelle 4-34:	Verpackungen aus sonstigem Stahl – Verwertungswege.....	124
Tabelle 4-35:	Verpackungen aus sonstigem Stahl – Verwertungsquoten.....	125
Tabelle 4-36:	Verwertungsmengen Flüssigkeitskarton (ohne energetische Verwertung über Restmüllpfad)	126

Tabelle 4-37:	Flüssigkeitskarton – Verwertungswege	129
Tabelle 4-38:	Flüssigkeitskarton – Verwertungsquoten	130
Tabelle 4-39:	Aufkommen und Verwertungswege von Altholz.....	132
Tabelle 4-40:	Verwertung von Altholz nach Sorten 2016 – Annahmen	134
Tabelle 4-41:	Holz aus Verpackungsanwendungen – Verwertungsmengen	136
Tabelle 4-42:	Holz aus Verpackungsanwendungen – Verwertungsquoten	138
Tabelle 4-43:	Sonstige Packstoffe – Verwertungsmengen	140
Tabelle 4-44:	Sonstige Packstoffe – Verwertungsquoten	141
Tabelle 5-1:	Entwicklung der Quoten der werkstofflichen und der stofflichen Verwertung	143
Tabelle 5-2:	Entwicklung der Verwertungsquote und der Quote der Verwertung oder Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung	145
Tabelle 5-3:	Entwicklung der werkstofflichen und der stofflichen Verwertungsmengen	147
Tabelle 5-4:	Entwicklung der Verwertung oder Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung	149
Tabelle 5-5:	Entwicklung des Verpackungsverbrauchs (Marktmenge) und des Verpackungsverbrauchs zur Entsorgung	151
Tabelle 6-1:	Fehlerquellen in der Ermittlung des Verpackungsverbrauchs – 2016	154
Tabelle 6-2:	Hauptfehlerquellen in der Ermittlung der Verwertungsmengen	157
Tabelle 6-3:	Fehlerabschätzung für Verbrauch und Verwertung 2016	159

Abkürzungsverzeichnis

Alu	Aluminium
Alunova	Alunova GmbH, Bad Säckingen
APME	Association of Plastics Manufacturers in Europe, Brüssel (heute PlasticsEurope)
APV	Ausschuss für Produktverantwortung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
BAV	Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter e.V., Koblenz
BL	Branchenlösungen
BDE	Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e.V.
BVSE	Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V.
CCR	Car Compounds Recycling GmbH, München
CEWEP	Confederation of European Waste-to-Energy Plants e.V.
Consultic	Consultic Marketing & Industrieberatung GmbH, Alzenau
Cyclos	Cyclos GmbH, Osnabrück
DAVR	Deutsche Aluminium Verpackung Recycling GmbH, Grevenbroich
DIHK	Deutscher Industrie- und Handelskammertag, Berlin
DKR	Deutsche Gesellschaft für Kunststoff-Recycling mbH, Köln
DS	Duales System
DSD	Der Grüne Punkt – Duales System Deutschland GmbH, Köln
Eko-Punkt	EKO-PUNKT GmbH, Mönchengladbach
EPS	Expandiertes Polystyrol
EW	Einweg
FKN	Fachverband Kartonverpackungen für flüssige Nahrungsmittel e.V., Berlin
GDB	Genossenschaft Deutscher Brunnen e.G., Bonn
GEBR	Entsorgungs- und Beratungsgesellschaft für die deutsche Recyclingwirtschaft, Rostock
Gesparec	Gesellschaft für Papierrecycling GmbH, Bonn
GGA	Gesellschaft für Glasrecycling und Abfallvermeidung mbH, Ravensburg
GV	Großverbrauch
GVM	GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH, Mainz
GVÖ	Gebinde-Verwertungsgesellschaft der Mineralölindustrie, Hamburg
HAF	Holzabsatzfonds e.V.
HPE	Bundesverband Holzpackmittel-Paletten-Exportverpackung e.V., Bonn
HTP	HTP – Ingenieurgesellschaft für Aufbereitungstechnik und Umweltverfahrenstechnik Prof. Hoberg & Partner, Aachen
HV	Haushaltsverbrauch
IFEU	ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH, Heidelberg

IK	Industrieverband Kunststoffverpackungen e.V., Bad Homburg
INFA	INFA Institut für Abfall, Abwasser und Infrastruktur-Management GmbH, Ahlen
Intecus	Ingenieurgesellschaft für Technischen Umweltschutz, Dresden
ISAH	Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik (Universität Hannover)
ISD	ISD INTERSEROH Dienstleistungs GmbH, Köln bzw. INTERSEROH Aktiengesellschaft zur Verwertung von Sekundärrohstoffen, Köln
ITAD	Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen Deutschland e.V.
IZW	Informationszentrum Weißblech e.V., Düsseldorf
k.A.	keine Angaben
kt	Kilotonnen bzw. 1.000 t
KBS	Kreislaufsystem Blechverpackungen Stahl (KBS) GmbH, Düsseldorf
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
Landbell	Landbell AG, Mainz
LEH	Lebensmitteleinzelhandel
LVP	Leichtstoffverpackungen (d.h. Aluminium, Weißblech, Kunststoff, Verbunde)
MBA	Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlage
MVA	Müllverbrennungsanlage
MW	Mehrweg
NCG	NCG Europe GmbH
NE-Metall	Nichteisenmetall
neg.	vernachlässigbar gering
Non PEV	Nicht privater Endverbrauch
PAMIRA	Packmittel-Rücknahme Agrar, Marke des Industrieverbandes Agrar für Packmittelentsorgung und Pflanzenschutz (IVA)
P.D.R.	PU-Dosen-Recycling GmbH + Co Betriebs-KG, Thurnau
PE	Polyethylen
PEHD	High Density Polyethylen
PELD	Low Density Polyethylen
PET	Polyethylenterephthalat
Petcycle	PETCYCLE E.A.G. GmbH & Co KG, Bad Neuenahr
PEV	Privater Endverbrauch
PO	Polyolefin
PP	Polypropylen
PPK	Papier, Pappe, Karton
PRD	Pharma Recycling Deutschland, München
Pro-PE	PRO-PE GmbH, Rücknahme und Verwertung von Verpackungen, Wittlich

PS	Polystyrol
PVC	Polyvinylchlorid
ReCarton	ReCarton GmbH, Wiesbaden
Redual	Redual GmbH & Co. KG, Herborn (Duales System der Reclay-Gruppe)
Repasack	REPASACK Gesellschaft zur Verwertung gebrauchter Papiersäcke mbH, Wiesbaden
RESY	Recycling System – Organisation für Wertstoffentsorgung mbH, Darmstadt
RIGK	Gesellschaft zur Rückführung industrieller und gewerblicher Kunststoffverpackungen mbH, Wiesbaden
SE	Selbstentsorgungsgemeinschaft bzw. Selbstentsorgung
Sofres	Sofres Conseil, Montrouge
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein
TUV	Erhebung des Statistischen Bundesamtes über das Einsammeln von Transport- und Umverpackungen und von Verkaufsverpackungen bei gewerblichen und industriellen Endverbrauchern
UBA	Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau
VDEH	Stahlinstitut VDEh im Stahl-Zentrum, Düsseldorf
VDP	Verband Deutscher Papierfabriken e.V., Bonn
VDS	Vereinigung Deutscher Schmelzhütten, Düsseldorf
VerpackV	Verpackungsverordnung
VfW	Vereinigung für Wertstoffrecycling AG, Köln (Heute Reclay Vfw GmbH)
VIV	Verwertungsgemeinschaft Industrieverpackungen, Hamburg
VKE	Verband Kunststoffherstellende Industrie e.V., Frankfurt
VV	Erhebung des Statistischen Bundesamtes über das Einsammeln von Verkaufsverpackungen beim Privaten Endverbraucher
WKI	Wilhelm-Klauditz-Institut für Holzforschung, Braunschweig
ZMP	Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH, Bonn

Zusammenfassung

Hintergrund des Projekts ist die Europäische Verpackungsrichtlinie (94/62/EG), die zuletzt durch die Richtlinie 2004/12/EG geändert wurde (im Folgenden: „Änderungsrichtlinie“). Artikel 12 Absatz 3 der Verpackungsrichtlinie begründet die Berichtspflicht der Mitgliedsstaaten gegenüber der Europäischen Kommission.

In der „Entscheidung der Kommission vom 3. Februar 1997 zur Festlegung der Tabellenformate für die Datenbank gemäß der Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Verpackungen und Verpackungsabfälle (97/138/EG)“ (im Folgenden: „alte Kommissionsentscheidung“) wurde festgelegt, in welcher Weise die Mitgliedsstaaten ihrer Berichtspflicht gegenüber der Kommission nachkommen müssen.

Mit der vorliegenden Studie werden die für das Jahr 2016 vorzulegenden Daten für Deutschland ermittelt. Zugleich werden der empirische Hintergrund und das Vorgehen erläutert.

Die Studie bestimmt die in Deutschland in Verkehr gebrachte Menge an Verpackungen (Verpackungsverbrauch) für die Materialgruppen Glas, Kunststoff, Papier, Aluminium, Weißblech, Verbunde, sonstiger Stahl, Holz und sonstige Packstoffe. Zur Verbrauchsberechnung wurden neben der in Deutschland eingesetzten Menge von Verpackungen auch die gefüllten Exporte und die gefüllten Importe ermittelt. Zur Bestimmung der Verwertungsmengen und Verwertungswege wurden die vorliegenden Daten von Verbänden, der Entsorgungswirtschaft und der Umweltstatistik systematisch zusammengetragen und dokumentiert.

Im Ergebnis wurden im Jahr 2016 18,16 Mio. t Verpackungen verbraucht und fielen als Abfall an. Insgesamt wurden 17,61 Mio. t Verpackungsabfall verwertet, davon 12,84 Mio. t stofflich und 4,77 Mio. t energetisch. Zusätzlich wurden 2,06 Mio. t aus dem Ausland importierte Verpackungsabfälle in Deutschland verwertet.

Methoden

Die in dieser Untersuchung auf hohem Aggregationsniveau wiedergegebenen Ergebnisse basieren auf einer großen Anzahl von zum Teil sehr detaillierten Einzelstudien. Im Rahmen der vorliegenden Studie für das Bezugsjahr 2015 wurde die Ermittlung der füllgutbezogenen Verbrauchsmengen – wie in der Leistungsbeschreibung des Umweltbundesamtes gewünscht – in einem vereinfachten Verfahren ermittelt.

Ganz allgemein gilt, dass die neue Kommissionsentscheidung die von Umweltbehörden und GVM entwickelte Vorgehensweise in wesentlichen Teilen zum Standard erhebt.

Als weitere Grundlagen wurden hinzugezogen:

- ▶ Mitteilung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 37,
- ▶ Die deutsche Verpackungsverordnung (VerpackV) in der geltenden Fassung,
- ▶ “Working Document on Packaging Data” des “Committee for the Adaptation to scientific and technical Progress of Directive 94/62/EC on Packaging and Packaging Waste” in der Fassung vom 08.07.2002,
- ▶ Verschiedene neue Entwürfe des “Technical Adaptation Committee” (TAC) über die Abgrenzung von Verpackungen und Nicht-Verpackungen,
- ▶ Richtlinie 2013/2/EU der EU-Kommission vom 7. Februar 2013 zur Änderung von Anhang I der Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Verpackungen und Verpackungsabfälle.

Entwicklung des Gesamtverbrauchs

Der Verpackungsverbrauch zur Entsorgung stieg im Jahr 2016 gegenüber 2015 um 0,05 % auf 18,16 Mio. Tonnen. Das entspricht einer Zunahme um 9 kt auf den bisher höchsten ermittelten Stand.

Besonders stark nahm der Verbrauch in den Materialfraktionen Glas (+ 4,4 %) und Aluminium zu (+4,1 %), in der Materialfraktion Papier nahm der Verbrauch dagegen um 2,7 % ab.

Entwicklung des privaten Endverbrauchs

Auch der Verpackungsverbrauch privater Endverbraucher erreichte 2016 mit über 8,52 Mio. Tonnen einen Höchststand.

Im Vergleich zu 2015 stieg der private Endverbrauch von Verpackungen 2016 um 0,7 % bzw. 62 kt.

Langfristige Trends in der Übersicht

Die Studie stellt wichtige, langfristig wirksame Entwicklungen dar, die sich in den vergangenen zehn Jahren maßgeblich auf die Struktur und Höhe des Verpackungsverbrauchs ausgewirkt haben.

Die Zunahme des Verpackungsverbrauchs wird durch verschiedene Faktoren getragen. Wesentliche Trends sind:

- ▶ Es werden vermehrt kleinere Füllgrößen und/oder vorportionierte Einheiten nachgefragt, was sich erhöhend auf den Verpackungsverbrauch auswirkt.
- ▶ Der Außer-Haus-Verbrauch von Lebensmitteln und Getränken nimmt zu.
- ▶ Die Convenience-Orientierung der Endverbraucher in Haushalten und in Gewerbebetrieben bringt es mit sich, dass den Verpackungen immer mehr Dosier-, Portionierungs- und Handhabungsfunktionen zugewiesen werden.
- ▶ Der Distanzhandel wurde in den vergangenen Jahren rasant ausgebaut, was sich auf lange Sicht erhöhend auf das Aufkommen von PPK-Verpackungen auswirkt.

Definition der Verwertungswege

Die neue Kommissionsentscheidung in Verbindung mit der Änderungsrichtlinie zur EU-Verpackungsdirektive unterscheidet zwischen verschiedenen Formen der Verwertung:

- ▶ Werkstoffliche Verwertung von Materialien,
- ▶ Andere Formen der stofflichen Verwertung,
- ▶ Energetische Verwertung (z.B. in Zementwerken),
- ▶ Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung.

Die organische Verwertung wird explizit der Rubrik „Andere Formen der stofflichen Verwertung“ zugeordnet.

Energetische Verwertung in Abfallverbrennungsanlagen

Mit dem Inkrafttreten des neuen Kreislaufwirtschaftsgesetzes am 01.06.2012 wurde die EU-Richtlinie im deutschen Abfallrecht umgesetzt. In Anlage 2 des KrWG wird unter der Nr. R 1 die „Hauptverwendung als Brennstoff oder als anderes Mittel der Energieerzeugung“ als Verwertungsverfahren definiert, sofern die in Anlage 2 definierten Energie-Effizienzkriterien erfüllt sind („R1-Kriterium“).

Damit sind Verpackungen, die in Müllverbrennungsanlagen (MVAs) verbrannt werden, die das R1-Kriterium erfüllen, als energetisch verwertet anzusehen.

Bis zum Erhebungsjahr 2011 wurden die Verpackungen, die in Müllverbrennungsanlagen der Beseitigung zugeführt werden unabhängig vom Heizwert der Verpackungen und vom Energierückgewinnungsgrad der Verbrennungsanlage in der Berichterstattung gegenüber der Europäischen Kommission noch separat ausgewiesen. Seit dem Jahr 2012 findet die entsprechende Aufschlüsselung nur noch in der Herleitung der Werte für die einzelnen Materialien statt (Kapitel 4).

Verpackungen aus Glas

Die Bestimmung der Erfassungsmengen der Monoerfassung aus Haushalten orientiert sich an den Angaben aller dualen Systeme (eigene Erhebung). Das Statistische Bundesamt weist aus der Erhebung bei Systembetreibern und Branchenlösungen eine Glasmenge (nach Sortierung) von 1.878,6 kt Glas aus. Die hier zugrunde gelegte Menge beträgt 1.891,1 kt (Verwertung über duale Systeme, Branchenlösungen).

Hinzu kommt die Verwertung von in Abfüllbetrieben aussortierten Mehrweg-Verpackungen.

Die Gesamtverwertung betrug 2016 2.401,8 kt (nur werkstofflich).

Verpackungen aus Kunststoff

Nach GVM-Erhebung wurden 2016 von den dualen Systemen und Branchenlösungen 1.184 kt Altkunststoffe aus Verpackungen einer Verwertung zugeführt (einschl. Verbunde auf Kunststoffbasis). Davon entfallen 1.178 kt auf duale Systeme.

Das statistische Bundesamt weist in den Ergebnissen der Erhebung bei Systembetreibern und Branchenlösungen einen Sortieranlagenoutput von 1.210 kt Kunststoff aus. Hier sind auch solche Rücknahmesysteme enthalten, die nicht den Branchenlösungen nach § 6 Abs. 2 VerpackV zuzurechnen sind.

Hinzu kommt eine Reihe weiterer Rückführungswege:

- ▶ Gewerbliche Rücknahmesysteme
- ▶ Eigenrücknahme im Handel
- ▶ Verwertung von Mehrweg-Verpackungen (Verschlüsse, Kästen, Flaschen etc.)
- ▶ Verwertung von bepfandeten Kunststoff-Einweg-Flaschen
- ▶ Verwertung von Transportverpackungen durch beauftragte Dritte des Handels
- ▶ Verwertung von Emballagen und Folien aus industriellen Anfallstellen

Die stoffliche Verwertung betrug 2016 1.540 kt (einschl. rohstofflicher Verwertung) und nahm damit gegenüber 2015 deutlich zu (+ 50 kt).

Weitere 1.539 kt Kunststoffverpackungen wurden 2016 energetisch verwertet. Darin enthalten sind 830 kt Kunststoffverpackungen die aus separater Sammlung energetisch verwertet werden (z.B. Mischkunststoffe aus der LVP-Fraktion). Hinzu kommen getrennt erfasste Verpackungen, die mit dem Restmüll in Abfallverbrennungsanlagen mit R1-Status energetisch verwertet werden (709 kt).

Verpackungen aus Papier, Pappe, Karton

Aus der Monosammlung wurden in der wirtschaftlichen und organisatorischen Verantwortung dualer Systeme in 2016 ca. 1,14 Mio. Tonnen Verpackungen einer Verwertung zugeführt. Das würde bedeuten, dass der Anteil der Verpackungen an der PPK-Monoerfassung 22 % beträgt. Das ist unrealistisch niedrig.

GVM geht vielmehr davon aus, dass der Anteil der Verpackungspapiere an der PPK-Monosammlung rund 37 Masseprozent beträgt, darunter auch Fehlwürfe von Transportverpackungen.

Nach den vorliegenden Daten wurde die Menge der insgesamt stofflich verwerteten PPK-Verpackungen aus separater Sammlung für 2016 auf 7.056 kt beziffert. Dies entspricht etwa 46 % des Altpapieraufkommens in 2016 (15,3 Mio. t).

Weitere 851 kt Papierverpackungen wurden 2016 energetisch verwertet, der Großteil davon über die Mitverbrennung in Müllverbrennungsanlagen mit R1-Status.

Verpackungen aus Aluminium

Die Erhebung ergab für duale Systeme und Branchenlösungen eine Verwertungsmenge von 66,5 kt Aluminiumverpackungen.

Hinzu kommen Mengen, die durch separate Sammlungen, aus dem Altglas oder in Abfallverbrennungsanlagen stofflich zurückgewonnen werden.

Im Jahr 2016 betrug die werkstoffliche Verwertung von Aluminium aus Verpackungsanwendungen insgesamt 100,4 kt.

Weitere 4,2 kt Aluminiumverpackungen wurden 2016 in Abfallbeseitigungsanlagen mit R1-Status energetisch verwertet.

Verpackungen aus Weißblech

Die Erhebung ergab für duale Systeme und Branchenlösungen eine Verwertungsmenge 272,7 kt Weißblech in 2016 (einschließlich Weißblechverbunde).

Hinzu kommen Mengen, die

- ▶ durch gewerbliche Rücknahmesysteme gesammelt werden,
- ▶ aus dem Altglas sortiert werden,
- ▶ aus dem Restmüll (MVAs und MBAs) zurückgewonnen werden.

Die Gesamtverwertung von Weißblech betrug 2016 insgesamt 459,5 kt (nur werkstofflich).

Sonstige Stahlverpackungen

Neben Weißblech werden v.a. Verpackungen aus Feinblech, Schwerblech, Edelstahl und sonstigem Stahl in Verkehr gebracht. Alle Stahlverpackungen, die nicht in die Kategorie Weißblech fallen, sind in dieser Studie unter der Rubrik „Sonstige Stahlverpackungen“ enthalten.

Die relevanten Verpackungsformen sind Bierfässer (Kegs) und sonstige Edelstahlbehälter, Kabeltrommeln, Fässer, Kanister, Hobbocks, Stahlpaletten und Stahlumreifungen.

Die Studie beziffert die Verwertung von sonstigen Stahlverpackungen auf 318 kt. Es ist darauf hinzuweisen, dass die exakten Verwertungsmengen aufgrund der Vermischung mit Nicht-Verpackungen kaum zu erheben sind und es sich daher hier um eine Schätzung handelt. Sie beruht auf Plausibilitäts-erwägungen über

- ▶ die Anfallstellen der Stahlverpackungen (unterschieden nach Einweg/Mehrweg, Form und Anwendung),
- ▶ die jeweils pro Anfallstelle anfallende Menge und
- ▶ die Sortierung aus den Gewerbe- und Industrieabfällen.

Verbundverpackungen: Flüssigkeitskarton

Über duale Systeme und Branchenlösungen wurden 2016 138 kt Flüssigkeitskarton werkstofflich verwertet.

Hinzu kommen 0,8 kt aus der PPK-Monosammlung, die ebenfalls in die werkstoffliche Verwertung gehen.

Die werkstoffliche Verwertung von Flüssigkeitskarton beträgt somit insgesamt 138,8 kt.

Weitere 41 kt wurden 2016 in Abfallbeseitigungsanlagen mit R1-Status energetisch verwertet.

Verpackungen aus Holz

Die stoffliche Verwertung von Altholz aus gebrauchten Verpackungen wird auf der Basis von verschiedenen Studien des Zentrums Holzwirtschaft an der Universität Hamburg auf 1,33 Mio. Tonnen beziffert. Der Anteil der Verpackungen wurde auf 0,77 Mio. Tonnen geschätzt (jeweils 2016).

Hinzu kommen 2,32 Mio. Tonnen Holzverpackungen, die 2016 energetisch verwertet wurden.

Entwicklung der Verwertung von Verpackungen in der Übersicht

Die Quote der stofflichen Verwertung hat gegenüber 2015 um 1,4 %-Punkte zugenommen.

Die werkstoffliche Verwertungsquote stieg gegenüber 2015 um 1,3 %-Punkte.

Die Quote der Gesamtverwertung (stofflich und energetisch) blieb im Vergleich zu 2015 unverändert: 97 %

Summary

The project is done in the light of the European packaging directive (94/62/EG), which was most recently amended by directive 2004/12/EG (hereafter: "amending directive"). Section 12 paragraph 3 of the packaging directive justifies the member state's obligation to report to the European Commission.

The "Commission Decision of February, 3rd 1997 establishing the formats relating to the database system pursuant to European Parliament and Council Directive 94/62/EC on packaging and packaging waste (97/138/EG)" (hereafter: „old commission decision") determined in which way the member states have to meet their reporting duties towards the commission.

The report at hand determines the data to be supplied to the Commission by Germany for the year 2016. In addition to that, it explains the study's empirical foundation and its methodology.

The study determines the amount of packaging put on the market in Germany (packaging consumption) for the material-groups glass, plastics, paper, aluminum, tin plate, other steel, composite materials, wood and other packaging materials. Aside from the packaging used in Germany, the calculation of the packaging consumption also includes the determination of filled exports and filled imports. To determine the amount of recovered packaging and the recovery channels existing data of associations, the recovery industry and environmental statistics have been systematically compiled and documented.

The result is that 18.16 M t of packaging were used and accrued as waste in Germany 2016. Overall, 17.61 M t were recovered, thereof 12.84 M t material recycling and 4.77 M t energy recovery. In addition, Germany recovered 2.06 M t of imported packaging waste.

Methods

The results of this study are presented highly aggregated but are based on a big number of partially very detailed individual studies. For the purpose of the study at hand for the reference year 2015 the determination of filling good based consumption amounts was conducted in a simplified process, as was requested by the specifications for tenders by the German Federal Environment Agency (UBA).

In general terms, the new commission decision makes the methodology developed by environmental authorities and GVM in essential parts the new standard.

Further foundations for this study were:

- ▶ Statement of the Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 37 (Federal/State Committee on Waste) „Anforderungen an Hersteller und Vertreiber im Rahmen der Rücknahme von Verkaufsverpackungen, der Hinterlegung der Vollständigkeitserklärung sowie zur Prüfung der Mengenstromnachweise durch Sachverständige nach den §§ 6, 10 u. Anh. I der Verpackungsverordnung" ("Requirements for producers and distributors in the context of taking-back sales packaging, declarations of completeness and examination of mass flow verification by surveyors according to §§ 6, 10 and annex I of the packaging ordinance" - Version of Dec. 2009).
- ▶ The German packaging ordinance (VerpackV) in its current version
- ▶ The "Working Document on Packaging Data" of the "Committee for the Adaptation to scientific and technical Progress of Directive 94/62/EC on Packaging and Packaging Waste" in the version of 08.07.2002
- ▶ Various new draft of the "Technical Adaptation Committee" (TAC) on the distinction of packaging versus non-packaging
- ▶ "Commission directive 2013/2/EU of 7 February 2013 amending Annex I to Directive 94/62/EC of the European Parliament and of the Council on packaging and packaging waste"

Development of Overall Consumption

Compared to 2015, the packaging consumption for disposal increased by 0.05 % to 18.16 M t in 2016. This is equivalent to an increase of 9 kt (0.009 M t) and marks the highest yearly amount ever.

Especially the consumption of glass packaging (+ 4.4 %) and aluminum packaging (+ 4.1 %) increased, while the consumption of paper and cardboard packaging decreased by 2.7 %.

Development of Private Final Consumer Consumption

With 8.52 M t in 2016, the packaging consumption by private final consumers reached a new high-water mark as well.

Compared to 2015, the packaging consumption by private final consumers increased by 0.7 % resp. 62 kt.

Important Long-Term Trends

The study presents important, long-term developments that significantly impacted the structure and the amount of the packaging consumption in the last ten years. The increase of packaging consumption results from a variety of factors:

- ▶ The demand for small filling sizes and pre-portioned units is rising, which consequently increases packaging consumption.
- ▶ The out-of-home consumption of food and beverages is increasing.
- ▶ Final consumers in private households and in businesses are increasingly convenience-oriented. The producing industry meets new consumer needs by offering increasingly differentiated, innovative products and services that assign an ever increasing variety of functions like dosage, portioning handling to packaging.
- ▶ Long distance trade developed quickly in the recent past, which in the long run led to a higher amount of paper and cardboard packaging.

Definition of Recovery Channels

The new commission decision distinguishes between several ways of recovery:

- ▶ Material recycling
- ▶ Other forms of recycling
- ▶ Energy recovery (e.g. concrete factories)
- ▶ Incineration at waste incineration plants with energy recovery

Organic recycling is explicitly assigned to „other forms of recycling“

Incineration at Waste Incineration Plants with Energy Recovery

With the commencement of the new law on life-cycle management (Kreislaufwirtschaftsgesetzes - KrWG) on July 1st, 2012 the EU directive was implemented into the German waste legislation. Annex 2 of the KrWG defines under Nr. R 1 „the primary use as fuel or as other means of energy production“ as a recovery methods as long as the energy-efficiency criteria detailed in Annex 2 are fulfilled (“R1-Criterion”).

Therefore, packaging incinerated in waste incinerators fulfilling the R1-Criterion have to be considered as energy recovery.

Until the reference year 2011, packaging recovered in waste incineration plants was separately reported to the European Commission without regard to its caloric value and the energy recovery efficiency of the incineration plant. Since 2012, the respective breakdown is only used for the date derivation of the material categories (chapter 4).

Glass Packaging

The assessment of the amount of glass packaging gathered in mono-collections is oriented on our own data collection that contains reliable data by all dual systems. The survey of system operators and industry solutions by the Federal Statistical Office states an amount of 1,878.6 kt glass (after sorting). The amount taken as a basis in our study is 1,891.1 kt (recovery via dual systems, self-take-back, industry solutions and specialized sorting systems).

Furthermore, the recovery of reusable packaging that has been sorted out by fillers has to be added.

The overall recovery in 2015 amounts to 2,241.8 kt (only material recycling).

Plastic Packaging

According to the GVM survey, 1,184 kt of plastic packaging waste have been recovered by dual systems and industry solutions in 2015 (including plastic-based compounds). Thereof, 1,178 kt are accounted for by dual systems.

The survey of system operators and industry solutions by the Federal Statistical Office states a sorting facility output of 1,210 kt plastics. It also contains take-back systems that are no industry solutions according to § 6 par 2 VerpackV.

A number of other return-channels have to be added:

- ▶ Commercial take-back systems
- ▶ Self-take-back by retail / wholesale
- ▶ Recovery of reusable packaging (closures, crates, bottles, etc.)
- ▶ Recovery of one-way plastic bottles charged with deposit
- ▶ Recovery of transport packaging by commissioned third parties in retail and wholesale
- ▶ Recovery of containers and films that accrue in industrial companies

Consequently, the recycling of plastics amounted to 1,540 kt in 2016 (including feedstock recycling), which is a significant increase of 50 kt compared to 2015.

Another 1,539 kt was recovered energetically in 2016. This number includes 830 kt plastic packaging energetically recovered from separate collections (e.g. mixed plastics in the lightweight packaging collection) and the incineration of non-separately collected packaging from residual waste that has been incinerated in waste incineration plants that fulfil the R1-criterion (709 kt).

Paper and Cardboard Packaging

In 2016, 1.14 M t paper and cardboard packaging were recovered by Dual Systems in mono-collections. This would mean that the percentage of packaging in the paper and cardboard mono-collection is only 22 % which is implausibly low.

Instead, GVM estimates that the percentage of packaging in the paper and cardboard mono-collection is about 37 %, which also includes erroneously discarded transport packaging.

Based on the available data, we estimated the overall amount of recycled paper and cardboard packaging from separate collections to be 7,056 kt. This is equivalent to 46 % of the overall amount of paper waste in 2016 (15.3 M t).

An additional 851 kt paper and cardboard packaging were recovered energetically in 2016, predominantly via co-incineration in waste incineration plants that fulfil the R1-criterion.

Aluminum Packaging

The GVM survey results in an amount of 66.5 kt aluminum packaging recovered by dual systems and industry solutions.

Quantities recycled from separate collections, used glass collection and waste incinerators have to be added.

Consequently, recycling of aluminum for packaging purposes amounted to 100.4 kt in 2016. Another 4.2 kt aluminum packaging was recovered energetically in waste incineration plants that fulfil the R1-criterion.

Tinplate Packaging

The GVM survey results in an amount of 272.7 kt tinplate packaging recovered by dual systems and industry solutions (including tinplate-based compounds in industry solutions and dual systems).

Furthermore, quantities have to be added which

- ▶ were collected and materially recycled by commercial take-back systems,
- ▶ sorted out of the glass collection, or
- ▶ were recovered in waste incineration plants.

Overall, the recovery of tinplate in 2016 added up to 459.5 kt (only material recycling).

Other Steel Packaging

Aside from tinplate, packaging out of thin sheet, heavy plate and stainless steel and other steel is put on the market. All kinds of steel packaging not accounted for under tinplate are totalized under the category "other steel packaging".

Relevant packaging types include beer-kegs and other stainless steel containers, cable drums, barrels, canisters, hobbocks, steel pallets and steel strapping.

The study quantifies the recovery of other steel packaging with 318 kt. It has to be noted that due to the mixture with non-packaging the exact recovered amount is hard to determine and our result is an estimation based on plausibility checks about

- ▶ the points where other steel packaging arises (distinguished into reusable/one-way packaging, form and application),
- ▶ amounts per point where the waste arises,

- ▶ sorting- and separation-ability in commercial and industrial waste.

Compound Packaging: Liquid Packaging Board

In 2016, 138 kt of liquid packaging board were materially recycled by dual systems and industry solutions.

In addition 0.8 kt from the separate paper and cardboard collection that are materially recycled have to be considered.

Thus, the recycling of liquid packaging board amounts to a total of 138.8 kt. An additional 41 kt were recovered energetically in waste incineration plants that fulfil the R1-criterion in 2016.

Wood Packaging

Based on several studies by the “Zentrum Holzwirtschaft” (Department of Wood Science) of Hamburg University the recycling of wood waste from used packaging amounts to an estimate of 1.33 M t. The amount of packaging is an estimated 0.77 M t in 2016.

Furthermore, the energy recovery of 2.32 M t wood packaging has to be added.

Overview on the Development of Packaging Recovery

- ▶ The recycling-quota increased in 2016 by 1.4 %-points compared to 2015.
- ▶ In 2016 the quota of material recycling increased by 1.3 %-points compared to 2015.
- ▶ The quota of overall recovery (recycling and energy recovery) of 97 % remains unchanged compared to 2015.

1 Einleitung

Hintergrund des Projekts ist die Europäische Verpackungsrichtlinie (94/62/EG), die zuletzt durch die Richtlinie 2004/12/EG geändert wurde (im Folgenden: „Änderungsrichtlinie“). Artikel 12 Absatz 3 der Verpackungsrichtlinie begründet die Berichtspflicht der Mitgliedsstaaten gegenüber der Europäischen Kommission.

In der „Entscheidung der Kommission vom 3. Februar 1997 zur Festlegung der Tabellenformate für die Datenbank gemäß der Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Verpackungen und Verpackungsabfälle (97/138/EG)“ (im Folgenden: „alte Kommissionsentscheidung“) wurde festgelegt, in welcher Weise die Mitgliedsstaaten ihrer Berichtspflicht gegenüber der Kommission nachkommen müssen.

Die „Entscheidung der Kommission vom 22. März 2005 zur Festlegung der Tabellenformate [...]“ (2005/270/EG) ist in Kraft getreten (im Folgenden: „neue Kommissionsentscheidung“). Die endgültige Fassung der Kommissionsentscheidung brachte keine relevanten Änderungen und wurde bereits in der Studie für das Bezugsjahr 2003 vollständig berücksichtigt.

Ganz allgemein gilt, dass die neue Kommissionsentscheidung die von Umweltbehörden und GVM entwickelte Vorgehensweise in wesentlichen Teilen zum Standard erhebt.

Als weitere Grundlagen wurden hinzugezogen:

- ▶ Mitteilung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 37,
- ▶ Die deutsche Verpackungsverordnung (VerpackV) in der geltenden Fassung.
- ▶ “Working Document on Packaging Data” des “Committee for the Adaptation to scientific and technical Progress of Directive 94/62/EC on Packaging and Packaging Waste” in der Fassung vom 08.07.2002.
- ▶ Verschiedene neue Entwürfe des “Technical Adaptation Committee” (TAC) über die Abgrenzung von Verpackungen und Nicht-Verpackungen.
- ▶ Richtlinie 2013/2/EU der EU-Kommission vom 7. Februar 2013 zur Änderung von Anhang I der Richtlinie 94/62/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Verpackungen und Verpackungsabfälle

Soweit europäische und deutsche Normen bzw. Definitionen im Widerspruch zueinander stehen, wurde möglichst die europäische Variante zu Grunde gelegt.

Die deutschen Definitionen wurden dann hinzugezogen, wenn die europäischen Begrifflichkeiten Fragen offen lassen oder unkonkret bleiben.

Mit der vorliegenden Studie werden die für das Jahr 2016 vorzulegenden Daten für Deutschland ermittelt. Zugleich werden der empirische Hintergrund und das Vorgehen erläutert.

2 Ergebnisse in der Übersicht

Die Tabellen (Tabelle 2-1bis Tabelle 2-3) zeigen die Ergebnisse über den Verbrauch und die Verwertung von Verpackungen in den von der neuen Kommissionsentscheidung vorgegebenen Tabellenformaten für das Jahr 2016.

Überdies sieht Artikel 8 der neuen Kommissionsentscheidung vor, dass die Mitgliedstaaten freiwillige Angaben machen können über

- a) Produktion, Ein- und Ausfuhr leerer Verpackungen,
- b) wieder verwendbare Verpackungen und
- c) spezielle Fraktionen von Verpackungen, z.B. Verbundverpackungen.

Diese Informationen werden für die Ermittlung des Verpackungsverbrauchs ohnehin benötigt. Das Umweltbundesamt hat daher entschieden, dass von der Option der freiwilligen Berichterstattung weiterhin Gebrauch gemacht wird. Lediglich die Angaben zu wieder verwendbaren Verpackungen werden nicht mehr benötigt.

Die Darstellung orientierte sich bis 2002 an den alten Tabellenformaten. Die Vergleichbarkeit ist damit eingeschränkt. In Abstimmung mit dem Umweltbundesamt werden die Ergebnisse nach den alten Tabellenformaten (d.h. für die Bezugsjahre 1997 – 2002) hier nicht mehr wiedergegeben. Diese Ergebnisse sind z.B. im Bericht für das Bezugsjahr 2006 dokumentiert, der auf der Webseite des Umweltbundesamtes eingesehen und heruntergeladen werden kann.

Die Ergebnisse für die Bezugsjahre 2003 bis 2008 werden ebenfalls im vorliegenden Bericht nicht mehr reproduziert. Die Ergebnisse für die Bezugsjahre 2010 bis 2015 werden in geeigneten Übersichtstabellen zu Vergleichszwecken wiedergegeben.

Die Ergebnisse für das Bezugsjahr 2016 werden im vorliegenden Bericht vollumfänglich und detailliert dargestellt.

Tabelle 2-1: In Deutschland angefallene und innerhalb Deutschlands oder in einem anderen Staat verwertete oder in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung verbrannte Verpackungsmengemengen (2016)

	Angefallene Verpackungsabfälle	Verwertet oder in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung verbrannt durch:							Rate der stofflichen Verwertung	Rate der Verwertung oder Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung
		Werkstoffliche Verwertung von Materialien	Andere Formen der stofflichen Verwertung	Gesamtmenge stoffliche Verwertung	Energetische Verwertung	Andere Formen der Verwertung	Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung	Gesamtmenge Verwertung und Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung		
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(k)
Material	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt	%	%
Glas	2.808,1	2.401,8	0,0	2.401,8	0,0	0,0	0,0	2.401,8	85,5	85,5
Kunststoffe	3.097,7	1.498,3	42,0	1.540,3	1.539,2	0,0	11,8	3.091,4	49,7	99,8
Papier / Karton	8.108,0	7.165,2	30,0	7.195,2	892,2	0,0	2,5	8.090,0	88,7	99,8
Metall	Aluminium	114,2	100,4	0,0	100,4	4,2	0,0	110,9	87,9	97,1
	Stahl	844,3	777,5	0,0	777,5	0,0	0,0	777,5	92,1	92,1
	Insgesamt	958,5	877,9	0,0	877,9	4,2	0,0	888,4	91,6	92,7
Holz	3.159,8	810,0	10,0	820,0	2.319,2	0,0	10,8	3.150,0	26,0	99,7
Sonstige	29,7	0,0	0,0	0,0	19,6	0,0	4,2	23,8	0,0	80,3
Insgesamt	18.161,8	12.753,2	82,0	12.835,3	4.774,5	0,0	35,7	17.645,4	70,7	97,2

Bemerkungen:

- (1) Weiße Felder: Pflichtangaben. Schätzungen sind zulässig, doch sollten sie sich auf empirische Daten stützen und in der Beschreibung der Methodik erläutert werden.
- (2) Hell schraffierte Felder: Pflichtangaben, doch sind grobe Schätzungen erlaubt. Diese Schätzungen sollten in der Beschreibung der Methodik erläutert werden.
- (3) Dunkel schraffierte Felder: freiwillige Angaben.
- (4) Die Angaben zur werkstoffl. Verwertung von Materialien umfassen bei Kunststoffen alles Material, das durch stoffliche Verwertung wieder zu Kunststoff wird.
- (5) Spalte (c) umfasst alle Formen der stofflichen Verwertung einschließlich der organischen, jedoch ohne die werkstoffliche Verwertung von Materialien.
- (6) Spalte (d) muss der Summe der Spalten (b) und (c) entsprechen.
- (7) Spalte (f) umfasst alle Formen der Verwertung außer der stofflichen und der energetischen.
- (8) Spalte (h) muss der Summe der Spalten (d), (e), (f), und (g) entsprechen.
- (9) Rate der Verwertung bzw. der Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgew. für die Zwecke von Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie 94/62/EG: Spalte (h)/Spalte (a).
- (10) Rate der stofflichen Verwertung für die Zwecke von Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie 94/62/EG: Spalte (d)/ Spalte (a).
- (11) Die Daten für Holz werden nicht für die Bewertung der Zielvorgabe von mindestens 15% des Gewichts für jedes Verpackungsmaterial herangezogen, wie dies in Artikel 6 Absatz 1 Buchstabe c der Richtlinie 94/62/EG in der Fassung der Richtlinie 2004/12/EG festgelegt ist.

Abbildung 2-1: In Deutschland angefallene Verpackungsabfälle im Jahr 2016 (in kt)

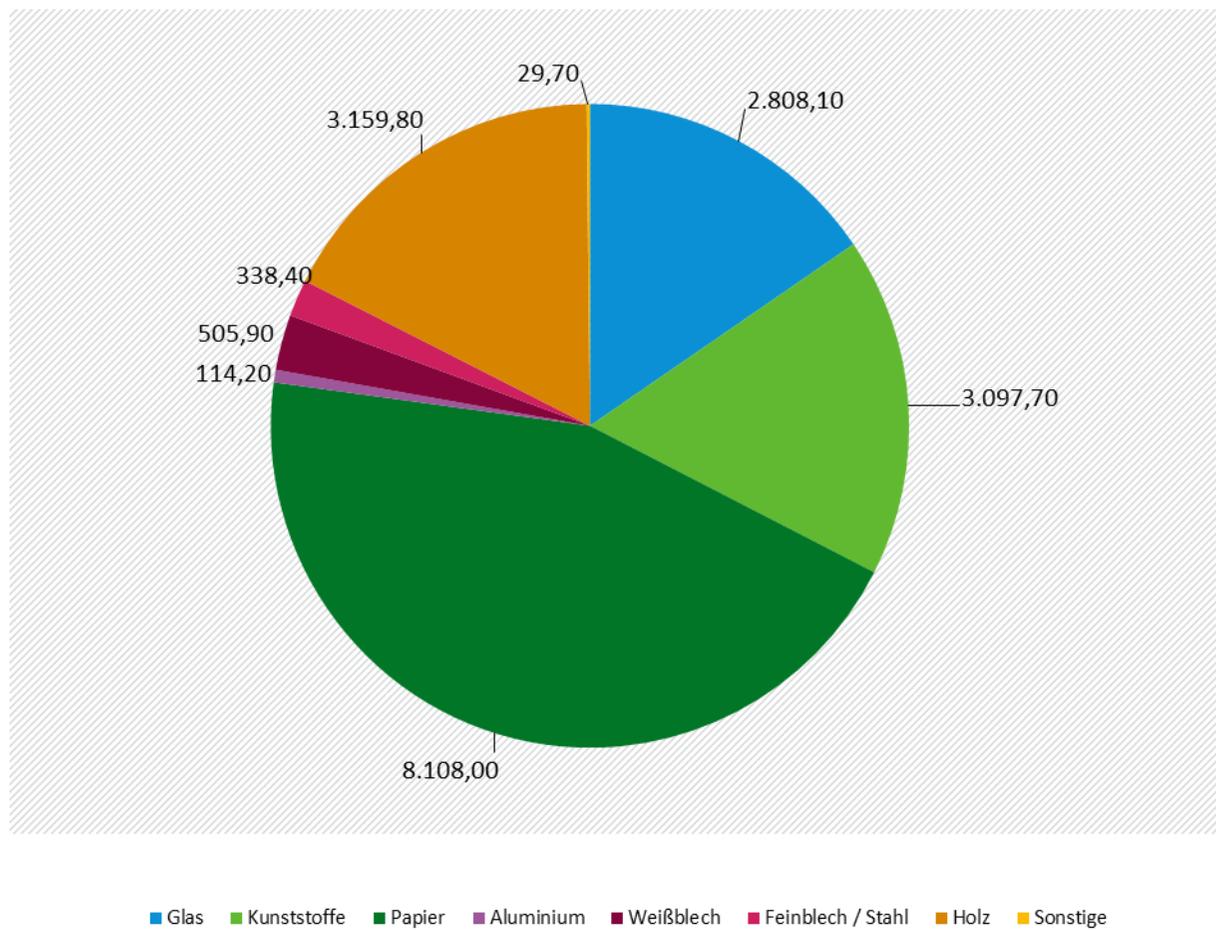


Tabelle 2-2: Zur Verwertung oder Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung in andere Mitgliedstaaten verschickte oder aus der Gemeinschaft ausgeführte Verpackungsabfallmengen (2016)

		Verpackungsabfälle - in andere Mitgliedstaaten verschickt oder aus der Gemeinschaft ausgeführt zur:				
		Werkstoffliche Verwertung von Materialien	Andere Formen der stofflichen Verwertung	Energetische Verwertung	Andere Formen der Verwertung	Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung
Material		kt	kt	kt	kt	kt
Glas		130,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Kunststoffe		327,5	0,0	0,0	0,0	neg.
Papier und Karton		1.466,0	0,0	neg.	0,0	neg.
Metall	Aluminium	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	Stahl (5)	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0
	Insgesamt	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Holz		50,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sonstige		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Insgesamt		1.983,1	0,0	0,0	0,0	0,0

Bemerkungen:

- (1) Die Daten in dieser Tabelle beziehen sich ausschließlich auf die Mengen, die gemäß den Bestimmungen der Richtlinie 94/62/EG über Verpackungen und Verpackungsabfälle zu erfassen sind. Es handelt sich dabei um einen Teildatensatz der bereits in Tabelle 2.1 gemachten Angaben. Die vorliegende Tabelle dient lediglich der Information.
 - (2) Hell schraffierte Felder: Pflichtangaben, doch sind grobe Schätzungen erlaubt. Diese Schätzungen sollten in der Beschreibung der Methodik erläutert werden.
 - (3) Dunkel schraffierte Felder: freiwillige Angaben.
 - (4) Die Angaben zur werkstofflichen Verwertung von Materialien umfassen bei Kunststoffen für die Zwecke dieser Entscheidung alles Material, das durch stoffliche Verwertung wieder zu Kunststoff wird.
 - (5) nachweisbar ist nur der Export von Verpackungsabfällen aus Weißblech; Exporte von sonstigen Stahlverpackungen sind nicht berücksichtigt.
- k.A.: die Menge kann auf der Basis der vorliegenden Daten nicht bestimmt werden, ist aber nicht vernachlässigbar.
 neg: die Menge kann auf der Basis der vorliegenden Daten nicht bestimmt werden, ist aber mit hoher Wahrscheinlichkeit vernachlässigbar gering.

Tabelle 2-3: Zur Verwertung oder Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung in anderen Mitgliedstaaten angefallene oder von außerhalb der Gemeinschaft eingeführte und nach Deutschland verschickte Verpackungsabfallmengen (2016)

		Verpackungsabfälle - in anderen Mitgliedstaaten angefallen oder von außerhalb der Gemeinschaft eingeführt und in den Mitgliedstaat verschickt zur:				
		Werkstoffliche Verwertung von Materialien	Andere Formen der stofflichen Verwertung	Energetische Verwertung	Andere Formen der Verwertung	Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung
		kt	kt	kt	kt	kt
Material						
Glas		514,9	0,0	0,0	0,0	0,0
Kunststoffe		neg.	0,0	0,0	0,0	0,0
Papier und Karton		1.547,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Metall	Aluminium	neg.	0,0	0,0	0,0	0,0
	Stahl	k.A.	0,0	0,0	0,0	0,0
	Insgesamt	k.A.	0,0	0,0	0,0	0,0
Holz		neg.	0,0	0,0	0,0	0,0
Sonstige		neg.	0,0	0,0	0,0	0,0
Insgesamt		2.062,5	0,0	0,0	0,0	0,0

Bemerkungen:

(1) Die Daten in dieser Tabelle dienen lediglich der Information. Sie sind weder in Tabelle 2.1 enthalten, noch können sie für die Erfüllung der Zielvorgaben durch den betreffenden Mitgliedstaat berücksichtigt werden.

(2) Dunkel schraffierte Felder: freiwillige Angaben.

(3) Die Angaben zur werkstofflichen Verwertung von Materialien umfassen bei Kunststoffen für die Zwecke dieser Entscheidung alles Material, das durch stoffliche Verwertung wieder zu Kunststoff wird.

k.A.: die Menge kann auf der Basis der vorliegenden Daten nicht bestimmt werden, ist aber nicht vernachlässigbar.

neg: die Menge kann auf der Basis der vorliegenden Daten nicht bestimmt werden, ist aber mit hoher Wahrscheinlichkeit vernachlässigbar gering.

Tabelle 2-4: Berechnung der in Deutschland im Jahr 2016 angefallenen Verpackungsabfälle (in kt)

Material		Produktion von Verpackungen	+ Import leer	./. Export leer	+/- sonstige Veränderung	= Verpackungseinsatz	+ Import gefüllt	./. Export gefüllt	= Verbrauch Marktmenge	./. Nicht Verpack	= Verbrauch bereinigt
		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(k)
Glas		3.994,3	444,9	1.429,5	- 92,6	2.917,1	843,9	952,9	2.808,1		2.808,1
Kunststoffe	Kst. rein					3.232,2	976,4	943,3	3.265,4	205,6	3.059,8
	Verb. Kst.-basis					41,2	22,0	25,3	37,9		37,9
	insgesamt	3.550,0	1.375,3	1.512,6	- 139,3	3.273,4	998,4	968,6	3.303,3	205,6	3.097,7
Papier	Papier, Pappe rein					6.822,6	2.296,7	1.419,5	7.699,8	18,1	7.681,7
	Verb. Papierbasis					293,7	110,9	77,9	326,7	81,1	245,6
	Flüssigkeitskarton					215,7	10,4	45,4	180,7		180,7
	insgesamt	8.638,1	974,0	1.984,5	- 295,6	7.332,0	2.418,0	1.542,8	8.207,2	99,2	8.108,0
Aluminium	Alu rein (2)					154,6	43,8	69,7	128,7	40,3	88,4
	Verb. Alubasis					27,1	7,4	8,7	25,8		25,8
	insgesamt	220,1	61,3	118,1	+ 18,4	181,7	51,2	78,4	154,5	40,3	114,2
Weißblech	Weißblech rein					397,4	204,7	167,5	434,6		434,6
	Verb. Weißbl.-basis					83,6	13,7	26,0	71,3		71,3
	insgesamt (1)	524,9	107,3	144,3	- 6,9	481,0	218,4	193,5	505,9		505,9
Feinblech / Stahl		441,9	104,8	85,4	- 8,8	452,5	96,8	211,0	338,4		338,4
Holz		2.812,8	1.278,7	675,0	- 173,6	3.242,9	1.132,3	1.215,3	3.159,8		3.159,8
Sonstige	Kork	2,8	2,0	0,7	0,0	4,1	1,2	0,5	4,8		4,8
	Gummi / Kautschuk	3,7			0,0	3,7	0,1	0,9	2,9		2,9
	Keramik	4,9	0,2	1,3	0,0	3,8	1,3	1,2	3,9		3,9
	Textil	7,0	31,4	12,3	- 22,1	4,0	18,7	4,3	18,4	0,3	18,1
	insgesamt	18,4	33,6	14,3	- 22,1	15,6	21,3	6,9	30,0	0,3	29,7
Alle Materialien zusammen		20.200,5	4.379,9	5.963,7	- 720,5	17.896,2	5.780,3	5.169,4	18.507,2	345,4	18.161,8

(1) inkl. Aludeckel auf Weißblechdosen; (2) ohne Aludeckel auf Weißblechdosen

(d) Produktions- und Verarbeitungsabfälle, Lagerbestandsveränderungen, abweichende Materialzuordnung, sonstige Korrekturen (soweit nicht an anderer Stelle bereits berücksichtigt)

(f) - (g) z.T. sind Importe und Exporte derselben Materialfraktion bereits saldiert

(h) in Verkehr gebrachte Menge bzw. Marktmenge inkl. Haushaltsverpackungen und andere Nicht-Verpackungen

(i) In dieser Rubrik werden Mengen zum Abzug gebracht, die keine Verp. i.S. der Änderungsrichtlinie darstellen, z.B. Gefrierbeutel u.a. Haushaltsverp., langlebige Verpackungen

(k) Verpackungsverbrauch, bereinigt um verpackungsähnliche Nicht-Verpackungen

3 Abfallaufkommen aus Verpackungen

3.1 Definitionen

Die definitorischen Vorgaben der Richtlinie 2004/12/EG zur Änderung der EU-Verpackungsrichtlinie (Änderungsrichtlinie) wurden in der vorliegenden Studie berücksichtigt.

Verpackungsbegriff:

Nach Artikel 3 der Richtlinie 94/62/EG sind Verpackungen folgendermaßen definiert: „aus beliebigen Stoffen hergestellte Produkte zur Aufnahme, zum Schutz, zur Handhabung, zur Lieferung und zur Darbietung von Waren, die [...] vom Hersteller an den Benutzer oder Endverbraucher weitergegeben werden.“

Diese Definition wurde in die deutsche Verpackungsverordnung übernommen (VerpackV § 3 Abs. 1 Nr. 1).

Der nach § 21 der Richtlinie 94/62/EG eingesetzte Ausschuss zur Konkretisierung des Verpackungsbegriffs hat ein Arbeitspapier vorgelegt, welches einige Abgrenzungskriterien zwischen Verpackungen und Nicht-Verpackungen anhand von Beispielen illustriert¹. Die Definitionen des Ausschusses wurden in wesentlichen Teilen in die Änderungsrichtlinie aufgenommen, ebenso die im Anhang 1 der Änderungsrichtlinie aufgeführte Liste von Beispielen.

Auch die Vorgaben der neuen Richtlinien 2013/2/EU wurden in der vorliegenden Studie berücksichtigt.²

Für die vorliegende Studie hatte dies vor allem in folgenden Punkten Auswirkungen:

- ▶ Pflanzentöpfe, in denen die Pflanzen bis zum Ende Ihrer Lebensdauer verbleiben (z.B. Kräutertöpfe, Blumentöpfe),
- ▶ Einwegbestecke und -rührgeräte etc. und
- ▶ Dosen für Grab- und Teelichter aus Kunststoff bzw. Aluminium

In anderen Fällen hat die Änderungsrichtlinie die bisherige deutsche Praxis im Wesentlichen bestätigt.

Nicht als Verpackungen wurden gewertet:

- ▶ „Haushaltsverpackungen“ (im Privatbereich genutzte Verpackungen wie Einweggeschirr, Haushaltsfolien, Geschenkpapier, etc.),
- ▶ Säcke und Beutel für Wertstoffsammlungen,
- ▶ silikonisierte Gegenlagen für Klebeetiketten (vgl. Artikel 1 Abs. 1 Nr. 1 Anstrich iii der Änderungsrichtlinie),
- ▶ langlebige Verpackungen mit Aufbewahrungsfunktion (z.B. Hartkunststoffboxen für Datenträger).

¹ European Commission, Committee for the Adaptation to Scientific and Technical Progress of Directive 94/62/EC on Packaging and Packaging Waste: "Working Document on Packaging Data", Brüssel, Juli 2002

² Vgl. S. 15

Als Verpackungen wurden einbezogen:

- ▶ Versandhüllen für Zeitschriften, Bücher, Prospekte, Kataloge und Muster,
- ▶ Hülsen, Spulen und Trommeln aus Papier, Kunststoff, Holz und Stahl,
- ▶ Pflanzentöpfe, in denen die Pflanze während ihrer Lebenszeit nicht verbleibt,
- ▶ Schmuckdosen (z.B. als Verkaufsverpackung von Keksen),
- ▶ Verpackungen von Warenproben.

Nach Anhang V 2a) der VerpackV werden Klarsichtfolien um CD-Hüllen als Verpackungen eingestuft. Daraus wurde der Umkehrschluss gezogen, dass die Hartkunststoffboxen für CDs, DVDs etc. keine Verpackungen darstellen³. Ab dem Bezugsjahr 2009 wurden die Hartkunststoffboxen für Datenträger ebenso wie andere langlebige Verpackungen nicht mehr in den Verpackungsverbrauch einbezogen.

Gegliedert nach der Begriffssystematik der deutschen Verpackungsverordnung sind im hier dokumentierten Gesamtverbrauch folgende Verpackungen enthalten:

- ▶ Verkaufsverpackungen,
- ▶ Umverpackungen,
- ▶ Transportverpackungen,
- ▶ Verpackungen schadstoffhaltiger Füllgüter,
- ▶ Mehrwegverpackungen,
- ▶ Einwegbestandteile der Mehrwegverpackungen.

Verbunde:

Die Änderungsrichtlinie schreibt keinen konkreten Gewichtsprozentsatz zur Verbundabgrenzung vor (Artikel 2 Abs. 1 Nr. a). In der vorliegenden Untersuchung wurden Verbunde nach der in der VerpackV verankerten 95/5-Regel eingeordnet, d.h. Monomaterialien müssen zu mindestens 95 % aus einem Hauptmaterial bestehen. Insofern wurden die Vorgaben der Änderungsrichtlinie in diesem Punkt konkretisiert.

Von Bedeutung sind v.a. folgende Verbundtypen:

- ▶ Flüssigkeitskarton,
- ▶ Papier/Alu- und Papier/Kunststoff-Verbunde,
- ▶ Wachspapier,
- ▶ Laminattuben,
- ▶ Kunststoff/Alu- und Kunststoff/Papier-Verbunde,
- ▶ beschichtete Alu-Schalen,
- ▶ Flaschenkapseln mit PE-Anteil,
- ▶ Aluverschlüsse mit Dichtmassen,
- ▶ Alubänder mit Beschichtungen,
- ▶ Durchdrückpackungen,
- ▶ Weißblech-Getränkedosen mit Aludeckel,
- ▶ Weißblechverschlüsse (Kronkorken und Bajonettverschlüsse) mit Dichtmassen.

³ Vgl. die Diskussion in Flanderka/Stroetmann (2009), S. 77

Verbunde wurden nach ihrem Hauptmaterial der jeweiligen Materialgruppe mit ihrem vollen Gewicht zugeordnet.

Alle Bestandteile von Packmittelkombinationen, die keine Verbunde darstellen, wurden konsequent den Materialgruppen zugeordnet. Dies bedeutet z.B., dass Papieretiketten auf Glasflaschen der Materialgruppe Papier zugerechnet wurden, auch wenn sie bei der Entsorgung in die Materialfraktion Glas gelangen.

3.2 Methoden

Die in dieser Untersuchung auf hohem Aggregationsniveau wiedergegebenen Ergebnisse basieren auf einer großen Anzahl von zum Teil sehr detaillierten Einzelstudien, die auf der Grundlage der jahrelangen Beschäftigung von GVM mit dem quantitativen Einsatz und Verbrauch von Verpackungen in Deutschland entstanden sind.

Dabei beschäftigt sich GVM mit jeweils drei Ebenen des Verpackungsaufkommens (zur konkreten Berechnung vgl. Tabelle 2-4)

- ▶ Inlandsproduktion der Packmittel,
- ▶ Verpackungseinsatz Inland (für die Verpackung von Füllgütern in Deutschland),
- ▶ Verpackungsverbrauch im Inland.

Der Berechnungszusammenhang ist folgender:

1. Produktion von Verpackungen
 - + Import von Leerverpackungen
 - ./ Export von Leerverpackungen
 - = Verpackungseinsatz im Inland (Brutto)
 - ./ Konfektionierungs- und Abpackverluste
 - ./ Lagerbestandsveränderungen beim Abfüller
2. = Verpackungseinsatz im Inland (Netto)
 - + Import gefüllter Packmittel
 - ./ Export gefüllter Packmittel
3. = Verpackungsverbrauch im Inland (Netto)

Für die Validität der Ergebnisse ist wesentlich, dass in beiden Teilen der Berechnung voneinander unabhängige Datenbasen benutzt werden. Schnittstelle zwischen den beiden Berechnungen ist der Verpackungseinsatz bzw. die Marktversorgung mit Leerverpackmitteln.

Feststellung der Gesamtmengen („von oben“):

Für die Berechnung des Verpackungseinsatz brutto „von oben“, werden im Wesentlichen die Daten von der Verpackungsproduktion, aus der Bundesstatistik zugrunde gelegt. Obgleich die Verlässlichkeit der Mengenangaben durch verschiedene Umstellungen sowohl der Produktions- als auch der Außenhandelsstatistik seit 1993 abgenommen hat, sind die Erhebungen des Statistischen Bundesamtes durch die näherungsweise erreichte Vollständigkeit als Gegencheck unverzichtbar. Zur kompetenten Nutzung dieses Datenfundus ist viel Hintergrundinformation erforderlich. Daher wurden Angaben von Instituten, Verbänden und Herstellern ergänzend oder korrigierend herangezogen. GVM unterhält eine Datenbank, die die jährliche Entwicklung von Produktion und Außenhandel aller Packmittel erfasst (Datenbank Marktversorgung Leerpackmittel).

Erhebung der Branchenaufgliederung („von unten“):

Will man die strukturellen Bewegungen am Packmittelmarkt genau verfolgen, so ist dies nur mit einer füllgutbezogenen Analyse möglich.

Der wichtigste Teil der Arbeit von GVM gilt daher der Ermittlung des Verpackungsverbrauchs für die einzelnen Füllgüter. Hierzu wird auf die Abschnitte 3.3 – 3.4 verwiesen.

3.3 Vereinfachtes Verfahren für das Bezugsjahr 2016

Im Rahmen der vorliegenden Studie für das Bezugsjahr 2016 wurde die Ermittlung der füllgutbezogenen Verbrauchsmengen – wie in der Leistungsbeschreibung des Umweltbundesamtes gewünscht – in einem vereinfachten Verfahren ermittelt.

Zu diesem Zweck wurden detaillierte Daten der IRI GmbH bezogen und ausgewertet.

Diese Daten ermöglichten eine fundierte Fortschreibung der füllgutbezogenen Verbrauchsergebnisse aus dem Bezugsjahr 2015 auf das Jahr 2016. Allerdings konnte diese vereinfachte Verbrauchsermittlung nur für solche Konsumgüter durchgeführt werden, die von der IRI-Erhebung zu einem maßgeblichen Teil erfasst werden. Das gilt im Wesentlichen für die schnelldrehenden Konsumgüter.

In allen anderen Bereichen hat GVM auf eigene Marktforschungsergebnisse bzw. sonstige Fremddaten zurückgegriffen. Das gilt auch für schnell drehende Konsumgüter, die überwiegend über Vertriebs-schienen distribuiert werden, die von den IRI-Daten nicht oder nur unzureichend erfasst werden (z.B. Tierfutter).

Auf dem beschriebenen Wege konnten konjunktur- und konsumentengeführte Veränderungen der Struktur und Höhe des Haushaltsverbrauchs wenigstens vereinfacht abgebildet werden.

Allerdings liegen auch Nachteile auf der Hand:

- ▶ Spezifische Veränderungen der Verbrauchsstruktur nach Produkten können nicht nachvollzogen werden.
- ▶ Neue Produkte und neue Produkt- oder Verpackungsvarianten können nicht berücksichtigt werden.
- ▶ Substitutionsprozesse zwischen Packmitteln können nicht abgebildet werden.
- ▶ Veränderungen der Einsatzgewichte können nicht eingearbeitet werden.
- ▶ Veränderungen des gewerblichen Verbrauchs spiegeln sich in der Haushaltsnachfrage nicht unbedingt wieder.

- ▶ Entwicklungen der Anfallstellenstruktur können nicht abgebildet werden (Statistik zum Privaten Endverbrauch von Verpackungen).
- ▶ Entwicklungen des Mehrweg-Anteils (z.B. bei Transportverpackungen, Großgebinden, Getränken) können nicht nachvollzogen werden.

Es ist davon auszugehen, dass sich diese Effekte auch in den Ergebnissen zur Marktversorgung mit Leerpäckmitteln niederschlagen, allerdings nicht in jedem Fall und oft nur sehr indirekt.

Inwieweit sich Veränderungen der Verbrauchsstruktur im Verpackungseinsatz widerspiegeln, hängt z.B. auch davon ab, ob die Statistiken zur Marktversorgung in Tonnen oder Stück ausgewiesen werden.

Die nachfolgende Übersicht gibt diese Überlegungen wieder.

Tabelle 3-1: Determinanten des Verpackungsverbrauchs

Determinanten und abgeleitete Parameter des Verpackungsverbrauchs (Auswahl)	Ermittlung über Marktversorgung mit Leerpäckmitteln		Ermittlung über füllgutbezogene Statistik
	Basisstatistik in Tonnen	Basisstatistik in Stück	
Realeinkommen, Bevölkerungszahl	möglich	möglich	ja
Verbrauchsstruktur nach Produkten	indirekt	indirekt	direkt
Einsatzgewicht der Verpackung	ja	nein	ja
Form der Verpackung	ja	nein	ja
Füllgröße der Verpackung	ja	nein	ja
Verpackungsstruktur aggregiert	indirekt	indirekt	direkt
Verpackungsstruktur in Produktmärkten	nein	nein	ja
Höhe des Mehrweganteils	nein	nein	ja
Höhe der gefüllten Importe	nein	nein	ja
Anfallstelle der Verpackung	nein	nein	ja

Hinzu kommt, dass die Basisdaten zur Ermittlung der Marktversorgung mit Leerpäckmitteln in Abhängigkeit von der Materialfraktion stark unterschiedliche Qualität aufweisen. Daher hat sich der weitgehende Verzicht auf füllgutbezogene Marktforschung und auf eine differenzierte Ermittlung der gefüllten Importe und Exporte nicht in allen Materialfraktionen gleich negativ auf die Qualität ausgewirkt:

- ▶ für Glas, Stahl und Holz hat die vereinfachte Füllgutverbrauchsrechnung nur eine leichte Verschlechterung der Ergebnisqualität mit sich gebracht,
- ▶ für die Materialfraktionen Weißblech und Papier hat die Genauigkeit demgegenüber stärker abgenommen,
- ▶ am stärksten hat sich die vereinfachte Ermittlung der Verbrauchsmengen auf die Ergebnisqualität für die Materialfraktionen Kunststoff und Aluminium ausgewirkt.

Aus Sicht von GVM können diese Qualitätseinbußen für Zwischenjahre hingenommen werden. Die beschriebene Methodik stellt jedenfalls sicher, dass die Ergebnisse für das Basisjahr 2015 in qualifizierter Weise auf 2016 fortgeschrieben wurden.

3.4 Datenbanken

Als Hilfsmittel zur Strukturierung der Ergebnisse unterhält GVM drei Datenbanken, die 1991 aufgebaut wurden und seitdem systematisch aktualisiert werden:

Datenbank zur Entwicklung des Füllgutverbrauchs

Die Datenbank ist abgeleitet aus der Produktions- und Außenhandelsstatistik des statistischen Bundesamtes und durch andere statistische Quellen (z.B. AMI, BMVEL, IRI) sowie z.B. Angaben von Verbänden, ergänzt worden. Sie dient der Ermittlung der Marktversorgung mit Füllgütern und als Basis zur Berechnung des Füllgut bezogenen Verpackungsverbrauchs.

Datenbank zur Entwicklung der Packmittelgewichte

Von GVM werden regelmäßig Muster aller wichtigen Packmittel aus den verschiedenen Geschäftstypen gekauft, analysiert und ausgewogen. Die genaue Bestimmung der Packmittelgewichte ist für die Berechnung der exakten Abfallmenge wesentlich. In der Datenbank Packmittelmuster erfasst GVM ca. 39 Tsd. Packmittelmuster.

Datenbank Marktmenge Verpackungen

Diese Daten fließen in der GVM-Datenbank Marktmenge Verpackungen zusammen, deren Auswertung zu den vorliegenden Ergebnissen wesentlich beigetragen hat.

3.5 Angefallene Menge von Verpackungsabfällen

Die auf den Markt gebrachten Verpackungen werden durch den Verpackungsverbrauch beschrieben.

Gemäß Tabelle 1 der neuen Kommissionsentscheidung ist die angefallene Menge von Verpackungsabfällen zu dokumentieren. Es wird vereinfachend angenommen, dass der Verbrauch die anfallende Menge hinreichend wiedergibt.

Insbesondere wurde in Übereinstimmung mit der Leistungsbeschreibung auf die Ermittlung der Verluste von Mehrwegverpackungen verzichtet. Stattdessen wurde ab dem Bezugsjahr 2010 vereinfachend angenommen, dass Verluste in Höhe des Zukaufs anfallen.

Auch für langlebige Verpackungen wurde ab dem Bezugsjahr 2010 unterstellt, dass sie im jeweiligen Bezugsjahr in der Menge anfielen, in der sie auf den Markt gebracht wurden. Langlebige Verpackungen haben heute für den Verpackungsverbrauch allerdings kaum noch Bedeutung, weil große Teile davon nach aktuellem Definitionsstand keine Verpackungen mehr darstellen (z.B.: CD-Hüllen).

3.6 Entwicklung des Verpackungsverbrauchs

3.6.1 Entwicklung des Gesamtverbrauchs

War die Entwicklung des Verpackungsverbrauchs im Jahr 2009 noch von der Rezession gekennzeichnet, so standen in 2010 und 2011 die Zeichen auf wirtschaftliche Erholung und Normalisierung. Die

Entwicklung seit 2012 war dagegen kaum noch von konjunkturellen Faktoren sondern von Veränderungen im Verbraucherverhalten geprägt.

Der Verpackungsverbrauch zur Entsorgung stieg – über alle Materialfraktionen – im Vergleich zu 2015 0,05 % bzw. 9 kt auf 18,16 Mio. Tonnen und blieb damit weitgehend konstant.

Tabelle 3-2: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs zur Entsorgung 2010 bis 2016

Material		2010	2011	2013	2014	2015	2016	2016 vs. 2015		2016 vs. 2009	
		kt	kt	kt	kt	kt	kt	kt	%	kt	%
Glas		2.711,8	2.669,7	2.758,0	2.748,3	2.690,2	2.808,1	117,9	4,4	-48,5	-1,7
Kunststoffe	Kst. rein	2.662,7	2.746,4	2.841,8	2.911,1	3.016,7	3.059,8	43,1	1,4	467,6	18,0
	Verb. Kst.-basis	27,4	29,4	31,5	34,5	35,5	37,9	2,4	6,8	9,3	32,5
	insgesamt	2.690,1	2.775,8	2.873,3	2.945,6	3.052,2	3.097,7	45,5	1,5	476,9	18,2
Papier	Papier, Pappe rein	6.804,4	6.870,3	7.365,7	7.668,1	7.849,5	7.681,7	-167,8	-2,1	1.435,4	23,0
	Verb. Papierbasis	193,8	284,7	296,1	301,8	307,3	245,6	-61,7	-20,1	60,4	32,6
	Flüssigkeitskarton	198,0	191,9	177,1	178,9	174,4	180,7	6,3	3,6	-21,9	-10,8
	insgesamt	7.196,2	7.346,9	7.838,9	8.148,8	8.331,2	8.108,0	-223,2	-2,7	1.473,9	22,2
Aluminium	Alu rein (2)	73,1	75,7	80,0	87,8	87,1	88,4	1,3	1,5	18,3	26,1
	Verb. Alubasis	17,5	17,3	17,7	19,6	22,6	25,8	3,2	14,2	8,0	44,9
	insgesamt	90,6	93,0	97,7	107,4	109,7	114,2	4,5	4,1	26,3	29,9
Weißblech	Weißblech rein	401,3	418,1	421,9	419,8	432,1	434,6	2,5	0,6	43,2	11,0
	Verb. Weißbl.-basis	76,8	74,2	75,0	72,2	69,3	71,3	2,0	2,9	-5,7	-7,4
	insgesamt (1)	478,1	492,3	496,9	492,0	501,4	505,9	4,5	0,9	37,5	8,0
Feinblech / Stahl		264,7	295,8	295,6	328,8	336,1	338,4	2,3	0,7	85,0	33,5
Holz		2.549,7	2.791,3	2.743,2	2.981,4	3.105,4	3.159,8	54,4	1,8	1.049,9	49,8
Sons-tige	Kork	2,8	2,7	3,3	4,5	4,7	4,8	0,1	2,1	1,6	50,0
	Gummi / Kautschuk	3,5	2,8	2,6	2,8	2,9	2,9	0,0	0,0	-0,4	-12,1
	Keramik	2,9	2,6	3,5	3,6	3,7	3,9	0,2	5,4	1,4	56,0
	Textil	12,2	13,3	13,9	14,5	15,6	18,1	2,5	16,0	6,1	50,8
	insgesamt	21,4	21,4	23,3	25,4	26,9	29,7	2,8	10,4	8,7	41,4
Alle Materialien zusammen		16.002,6	16.486,2	17.126,9	17.777,7	18.153,1	18.161,8	8,7	0,0	3.109,7	20,7

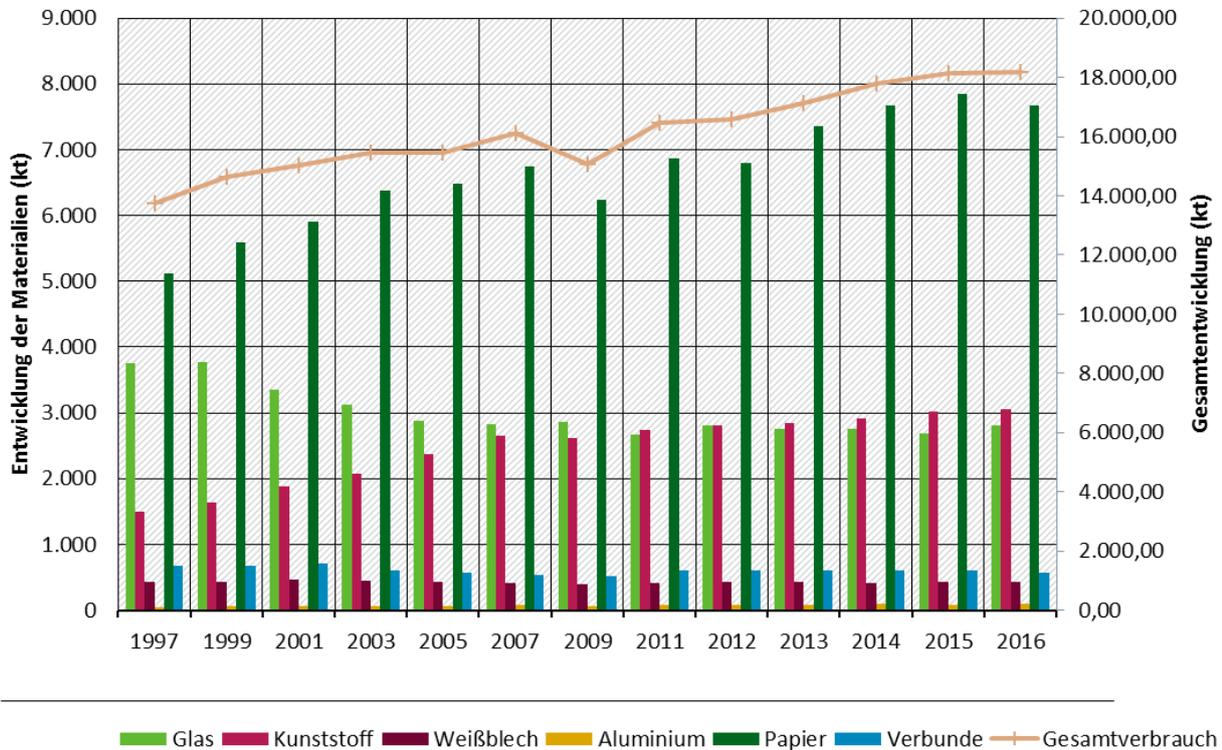
(1) inkl. Aludeckel auf Weißblechdosen

(2) ohne Aludeckel auf Weißblechdosen

Tabelle 3-3: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs zur Entsorgung 1991 bis 2016

in kt	1991	1995	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016
Verbrauch Glas	4.440,2	3.885,3	3.758,2	2.878,5	2.711,8	2.758,0	2.748,3	2.690,2	2.808,1
kg/Kopf	55,5	47,6	45,7	34,9	33,2	34,2	33,9	32,9	34,1
Verbrauch Weißblech	818,3	737,3	729,2	534,4	478,1	496,9	492,0	501,4	505,9
kg/Kopf	10,2	9,0	8,9	6,5	5,8	6,2	6,1	6,1	6,1
Verbrauch Aluminium	101,9	84,1	97,0	83,5	90,6	97,7	107,4	109,7	114,2
kg/Kopf	1,3	1,0	1,2	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4
Verbrauch Kunststoffe	1.641,8	1.555,6	1.781,4	2.367,9	2.690,1	2.873,3	2.945,6	3.052,2	3.097,7
kg/Kopf	20,5	19,0	21,7	28,7	32,9	35,6	36,4	37,4	37,6
Verbrauch Papier	5.573,7	5.177,2	5.998,5	6.658,1	6.998,2	7.661,8	7.969,9	8.156,8	7.927,3
kg/Kopf	69,7	63,4	73,0	80,7	85,6	95,0	98,4	99,9	96,3
Verbrauch Flüssigkeitskarton	193,0	198,5	218,1	238,2	198,0	177,1	178,9	174,4	180,7
kg/Kopf	2,4	2,4	2,7	2,9	2,4	2,2	2,2	2,1	2,2
Verbrauch Sonstige	2.609,9	2.228,5	2.668,3	2.709,9	2.835,8	3.062,1	3.335,6	3.468,4	3.527,9
kg/Kopf	32,6	27,3	32,5	32,9	34,7	38,0	41,2	42,5	42,8
Verbrauch Insgesamt	15.378,8	13.866,5	15.250,7	15.470,5	16.002,6	17.126,9	17.777,7	18.153,1	18.161,8
kg/Kopf	192,3	169,8	185,6	187,6	195,7	212,4	219,5	222,2	220,5

Abbildung 3-1: Entwicklung der in Deutschland angefallenen Verpackungsabfälle



GVM, 2018

3.6.2 Entwicklung des privaten Endverbrauchs

Auch der Verpackungsverbrauch privater Endverbraucher erreichte 2016 mit über 8,52 Mio. Tonnen den Höchststand.

Seit der Rezession 2009 nahm der private Endverbrauch von Verpackungen wieder kontinuierlich zu. Im Vergleich zu 2015 stieg der private Endverbrauch 2016 um 0,7 % bzw. 62 kt.

Tabelle 3-4: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch zur Entsorgung 2009 bis 2016

Material		2009	2011	2013	2014	2015	2016	2016 vs 2015		2016 vs 2009	
		kt	%	kt	%						
1.	Glas	2.466,6	2.365,5	2.444,2	2.428,0	2.383,8	2.462,8	79,0	3,3	-3,8	-0,2
2.	Weißblech insg.	396,0	413,3	417,9	413,9	425,0	427,3	2,3	0,5	31,3	7,9
2 a.	Weißblech rein	355,1	373,0	374,0	372,0	383,5	385,4	1,9	0,5	30,3	8,5
2 b.	Verbunde Weißblechbasis	40,9	40,3	43,9	41,9	41,5	41,9	0,4	1,0	1,0	2,4
3.	Aluminium insg.	80,7	85,9	90,3	100,0	102,0	106,9	4,9	4,8	26,2	32,5
3 a.	Aluminium rein	68,0	73,3	77,1	84,9	84,0	85,5	1,5	1,8	17,5	25,7
3 b.	Verbunde Aluminiumbasis	12,7	12,6	13,2	15,1	18,0	21,4	3,4	18,9	8,7	68,5
4.	Kunststoffe insg.	1.867,3	1.978,3	1.951,2	1.987,3	2.044,7	2.047,0	2,3	0,1	179,7	9,6
4 a.	Kunststoffe rein (1)	1.839,4	1.949,7	1.920,5	1.953,7	2.010,2	2.010,1	-0,1	0,0	170,7	9,3
4 b.	Verbunde Kunststoffbasis	27,9	28,6	30,7	33,6	34,5	36,9	2,4	7,0	9,0	32,3
5.	Papier insg.	2.237,0	2.343,0	2.807,5	3.063,7	3.161,4	3.124,0	-37,4	-1,2	887,0	39,7
5 a.	Papier rein	2.065,1	2.074,8	2.529,9	2.780,9	2.876,0	2.900,4	24,4	0,8	835,3	40,4
5 b.	Verbunde Papierbasis	171,9	268,2	277,6	282,8	285,4	223,6	-61,8	-21,7	51,7	30,1
6.	Flüssigkeitskarton	202,6	191,9	177,1	178,9	174,4	180,7	6,3	3,6	-21,9	-10,8
Summe 1. - 6.		7.250,2	7.377,9	7.888,2	8.171,8	8.291,3	8.348,7	57,4	0,7	1.098,5	15,2
7.	Feinblech	10,1	9,8	10,9	15,0	12,0	11,9	-0,1	-0,8	1,8	17,8
8.	Holz, Kork	67,3	136,2	147,5	147,5	143,2	146,6	3,4	2,4	79,3	117,8
9.	Sonstige Packstoffe (2)	8,9	9,2	10,3	10,7	11,3	12,8	1,5	13,3	3,9	43,8
Summe 1. - 9.		7.336,5	7.533,1	8.056,9	8.345,0	8.457,8	8.520,0	62,2	0,7	1.183,5	16,1

Verbrauch 2016: ohne Haushaltsverpackungen und ohne langlebige Verpackungen
(1) einschl. Kunststoff/Kunststoff-Verbunde u. einschl. bepfandete Einwegflaschen
(2) Textil, Keramik, Kautschuk

Tabelle 3-5: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch zur Entsorgung 1991 – 2016

in kt	1991	1995	2000	2005	2010	2013	2014	2015	2016
Verbrauch Glas	3.817,3	3.345,8	3.318,0	2.439,8	2.402,0	2.444,2	2.428,0	2.383,8	2.462,8
kg/Kopf	47,7	41,0	40,4	29,6	29,4	30,3	30,0	29,2	29,9
Verbrauch Weißblech	740,8	668,8	645,9	459,8	400,5	417,9	413,9	425,0	427,3
kg/Kopf	9,3	8,2	7,9	5,6	4,9	5,2	5,1	5,2	5,2
Verbrauch Aluminium	84,5	68,4	79,3	72,9	83,5	90,3	100,0	102,0	106,9
kg/Kopf	1,1	0,8	1,0	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3
Verbrauch Kunststoffe	976,9	947,6	1.120,9	1.632,9	1.913,0	1.951,2	1.987,3	2.044,7	2.047,0
kg/Kopf	12,2	11,6	13,6	19,8	23,4	24,2	24,5	25,0	24,9
Verbrauch Papier	1.834,2	1.730,8	1.992,6	2.028,2	2.252,2	2.807,5	3.063,7	3.161,4	3.124,0
kg/Kopf	22,9	21,2	24,2	24,6	27,5	34,8	37,8	38,7	37,9
Verbrauch Flüssigkeitskarton	193,0	198,5	218,1	238,2	198,0	177,1	178,9	174,4	180,7
kg/Kopf	2,4	2,4	2,7	2,9	2,4	2,2	2,2	2,1	2,2
Verbrauch Sonstige	37,9	22,7	35,2	45,1	154,5	168,7	173,2	166,5	171,3
kg/Kopf	0,5	0,3	0,4	0,5	1,9	2,1	2,1	2,0	2,1
Verbrauch Insgesamt	7.684,6	6.982,6	7.410,0	6.916,9	7.403,7	8.056,9	8.345,0	8.457,8	8.520,0
kg/Kopf	96,1	85,5	90,2	83,9	90,6	99,9	103,0	103,5	103,5

3.6.3 Wichtige Trends in der Übersicht

In diesem Kapitel werden wichtige, langfristig wirksame Entwicklungen dargestellt, die sich in den vergangenen zehn Jahren maßgeblich auf den Verpackungsverbrauch ausgewirkt haben und Anhaltspunkte zu ihrer Dynamik gegeben.

Kunststoff

Kunststoffverpackungen nehmen auf lange Sicht zu. Im Vergleich zum Bezugsjahr 1995 hat der Verbrauch von Kunststoffverpackungen um 1,56 Mio. Tonnen zugenommen und sich damit verdoppelt (+101 %). Die wichtigsten Ursachen für die langfristige Zunahme des Verbrauchs von Kunststoffverpackungen sind:

- ▶ Steigender Verbrauch von Kunststoffflaschen (v.a. Getränke).
- ▶ Steigender Verbrauch von Kunststoff-Kleinverpackungen (z.B. Kunststoffbecher für Babynahrung).
- ▶ Steigender Verbrauch von Kunststoffdosen (z.B. Würstchenkonserven, Streichwurst).
- ▶ Der Verbrauch von Blisterverpackungen steigt wieder kontinuierlich an (z.B. Lampen, Spielwaren, Haushaltswaren).
- ▶ Zunehmender Einsatz von Kunststoffverschlüssen.
- ▶ Trend zu aufwändigeren Kunststoffverschlüssen.
- ▶ Substitution von Papier und Papierverbunden durch Kunststoffbeutel (z.B. Trockensuppen).
- ▶ Trend zu vorverpackter Thekenware i.d.R. in Dickfolien (Cabrio-Theke) statt Bedienungsware in Dünnschichten (z.B. Frischobst, Frischgemüse).
- ▶ Trend zu verpackter Scheibenware bei Wurst und Käse.
- ▶ Zunehmender Außer-Haus-Verbrauch, in der Folge steigendes Aufkommen von Serviceverpackungen für den Sofortverzehr.
- ▶ Anhaltender Trend zu Mehrweg-Transportverpackungen aus Kunststoff (z.B. Mehrweg-Paletten, Mehrweg-Kästen für Frischeprodukte).
- ▶ Trend zu (gekühlten) Convenienceprodukten (v.a. in Kunststoff).
- ▶ Trend zu kleineren Verpackungseinheiten und Sammelverpackungen von portionierten Einheiten.
- ▶ Trend zu Versandbeuteln im Versandhandel (z.B. Bekleidung).

Gegenläufige Trends kompensieren diese Entwicklung nur zum Teil:

- ▶ Abnehmende Einsatzgewichte bei formstabilen Kunststoffverpackungen.
- ▶ Leicht abnehmende Flächengewichte der Folien.
- ▶ Stark abnehmender Verbrauch von Tragetaschen (auch wegen Substitution durch Papiertragetaschen).
- ▶ Trend zur Substitution von Kunststoffbehältern durch Aerosoldosen (z.B. Deodorantien).

Papier

Der Verbrauch von Papierverpackungen nahm nach den vorliegenden Ergebnissen zwischen 2015 und 2016 um 230 kt bzw. 3 % ab.

Auch auf lange Sicht entwickelt sich der Verbrauch von Papierverpackungen allerdings ausgesprochen dynamisch (plus 23 % bzw. 1,50 Mio. Tonnen zwischen 2009 und 2016.) Das ist zum einen Folge der

konjunkturellen Erholung, aber auch unabhängig von der konjunkturellen Entwicklung werden auf lange Sicht mehr Papierverpackungen verbraucht. Die wichtigsten Gründe sind:

- ▶ Starke Zunahme des Verbrauchs von Kartonagen , Versandtaschen, Packpapier etc. durch steigenden Distanzhandel (online-Handel, Versandhandel, etc.).
- ▶ Mit der steigenden Marktbedeutung des Distanzhandels werden auch bei den Primärverpackungen schwerere Wellpappen eingesetzt, um den gestiegenen Anforderungen an den Stauchschutz zu entsprechen.
- ▶ Im Bereich der langlebigen Konsumgüter werden die Produktzyklen im Allgemeinen kürzer. Das gilt nicht nur für Haushaltsgroßgeräte, Unterhaltungselektronik, Datenverarbeitungs- und Telekommunikationsgeräte, sondern auch für Haushaltswaren, Möbel und Spielwaren.
- ▶ Zunahme des Marktanteils von Mitnahmemöbeln, was zu einem erheblich höheren Kartonagenbedarf führt.
- ▶ Der Anteil der Importware nimmt kontinuierlich zu. Im Import werden erheblich weniger Mehrweg-Transportverpackungen eingesetzt als im Inlandsabsatz. Außerdem sind die importierten Kartonagen in der Regel schwerer.
- ▶ Kontinuierlich steigende Marktbedeutung von Wellpappeverpackungen für Schüttware zur gewerblichen Verarbeitung (z.B. Octabins).
- ▶ Die Zunahme des Außer-Haus-Verbrauchs bringt einen zunehmenden Verbrauch von typischen Verpackungen des Sofortverzehrs mit sich: Papierbeutel, Papierbecher, Wrappings, Tabletts, Schalen u.v.a.
- ▶ Formverpackungen aus Faserguss (z.B. Formteile für Elektrogeräte) substituieren Formteile aus EPS.
- ▶ Umverpackungen aus Karton (auch Wellpappe) werden wieder verstärkt eingesetzt, v.a. im Bereich der Körperpflegemittel.
- ▶ Generell gilt, dass der Handel mit immer kleineren Versandeinheiten bedient wird. Dies betrifft zum einen den Convenience-Handel (Tankstellen, Kioske etc.), aber auch im LEH und in Drogeriemärkten führt die Anforderung regal- und bedarfsgerechter Versandeinheiten auf lange Sicht zu einer Zunahme des Verbrauchs von Transportverpackungen.

Daneben gibt es eine Reihe von Trends, die sich mindernd auf den Verbrauch von Papierverpackungen auswirken:

- ▶ Die Volumina von Elektrogeräten (v.a. im Bereich der DV-Hardware und der Unterhaltungselektronik) nehmen ab, sodass weniger Wellpappe eingesetzt werden muss.
- ▶ Es gibt einen leichten Trend zu Mehrweg-Transportverpackungen aus Kunststoff, die Kartonagen aus Wellpappe substituieren.
- ▶ Mit dem Rückgang des Konsums von Zigaretten, Eiern und Nahrungsmitteln nimmt hier auch der Verbrauch von Faltschachtelkarton und Faserguss-Verpackungen ab.
- ▶ Infolge veränderter Lebensmittelzubereitung nimmt auch der Verbrauch von Zucker und Mehl ab, sodass weniger Beutel in Verkehr gebracht werden.
- ▶ Im Versandhandel werden Kartonagen z.T. durch Folienverpackungen ersetzt (z.B. Bekleidung).

Weißblech

Der Verbrauch von Verpackungen aus Weißblech war lange Zeit stark rückläufig. Zwischen 1995 und 2010 ging der Verbrauch um 259 kt bzw. 35 % zurück. Seitdem stagniert der Verbrauch weitgehend, mit leicht zunehmender Tendenz.

Der Verbrauch von Getränkedosen aus Weißblech war 2016 leicht rückläufig. Der Wiederanstieg beim Getränkedosenverbrauch wird fast ausschließlich durch Aluminium-Getränkedosen realisiert.

Konservendosen blieben 2016 stabil (+ 0,4 %).

Weißblechverschlüsse (Kronkorken, Nockendrehverschlüsse) nahmen 2016 zu (+ 4 %).

Aluminium

Der Verbrauch von Aluminiumverpackungen steigt kontinuierlich an. Zwischen 2005 und 2016 betrug die Zunahme 31 kt bzw. 37 %.

Der Verbrauch von Aluminiumdosen (inkl. Getränkedosen, ohne Aerosoldosen) nahm zwischen 2009 und 2016 um 17 kt zu. Das entspricht einer Zunahme um 69 %.

Auf lange Sicht wachsen auch Aerosoldosen aus Aluminium stark an. Die Aerosol-Dose setzt sich z.B. im Bereich der Deodorantien gegenüber anderen Systemen vollends durch.

Glas

Der Glasverbrauch nahm 2016 gegenüber dem Vorjahr merklich zu (+4 %). Das entspricht einer Zunahme um 118 kt.

Zwischen 1991 und 2005 wurde Glas als Getränkeverpackung massiv durch Kunststoff ersetzt. Der Glasverbrauch sank in diesem Zeitraum um 1,56 Mio. Tonnen.

Die Glassubstitution durch Kunststoff ist heute nur noch in Einzelmärkten zu beobachten (z.B. Babybeikost, Würstchenkonserven).

Flüssigkeitskarton

Der Verbrauch von Gebinden aus Flüssigkeitskarton nahm seit 2003 fast kontinuierlich ab. In 2013 hatte sich dieser Rückgang nicht nur fortgesetzt sondern sogar beschleunigt (minus 4,4 % von 2012 auf 2013 gegenüber minus 1,8 % von 2011 auf 2012).

In 2014 wurde diese langfristige Entwicklung erstmalig kurz unterbrochen (+ 1 %). 2015 fiel der Verbrauch von Flüssigkeitskarton wiederum um 2,5 %. In 2016 nahm der Verbrauch von Flüssigkeitskarton erstmals seit Jahren wieder signifikant zu: + 3,6 %. Es bleibt abzuwarten, ob sich hier eine Trendwende abzeichnet.

Holz

Der Verbrauch von Holzverpackungen (v.a. Paletten), der 2009 konjunkturbedingt stark eingebrochen war, stieg 2011 wieder auf das Niveau von 2007. Hauptursache waren Nachholeffekte beim Zukauf von Mehrwegpaletten. Dies führte zu einer Verjüngung des Bestandes von Mehrweg-Paletten, sodass der ersatzbedingte Zukauf in 2012 und 2013 wieder zurückging.

Zwischen 2014 und 2016 stieg der Palettenverbrauch erwartungsgemäß wieder an.

Zugleich gibt es einen leichten Trend weg von der Holz-Mehrwegpalette hin zur Holz-Einweg- und Kunststoff-Mehrwegpalette.

Stahl

Der Verbrauch von Stahlfässern, Stahlpaletten und Stahlbändern ist 2009 als typische Verpackung für den industriellen und großgewerblichen Verbrauch konjunkturbedingt stark rückläufig gewesen und nahm zwischen 2010 und 2016 wieder deutlich zu.

3.6.4 Marktentwicklung und BIP

Nachfolgend wird die Entwicklung des Verpackungsverbrauchs in relevanten Marktsegmenten grafisch dargestellt und der Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts (BIP) gegenübergestellt.

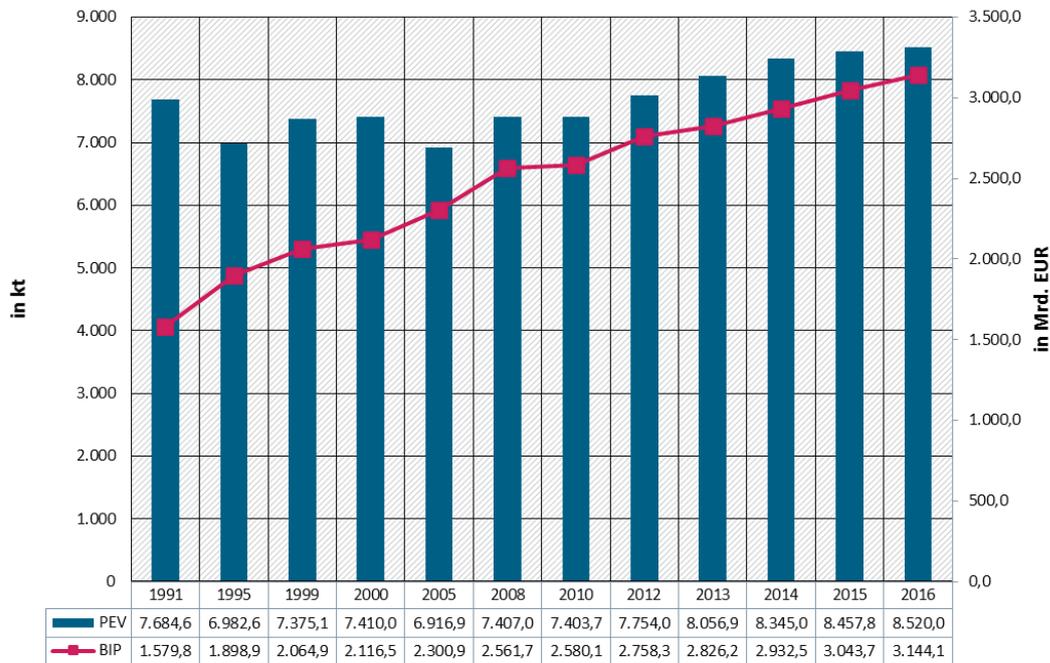
Die grafischen Darstellungen werden hier nicht weiter kommentiert.

Abbildung 3-2: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs (alle Materialien) und BIP



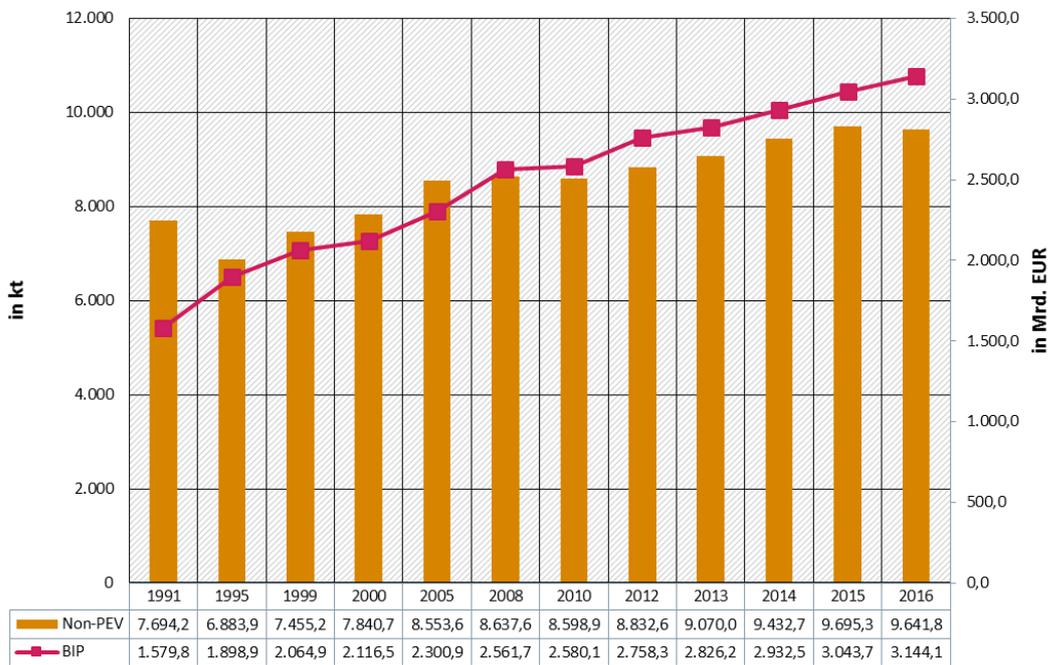
GVM 2018

Abbildung 3-3: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch (alle Materialien) und BIP



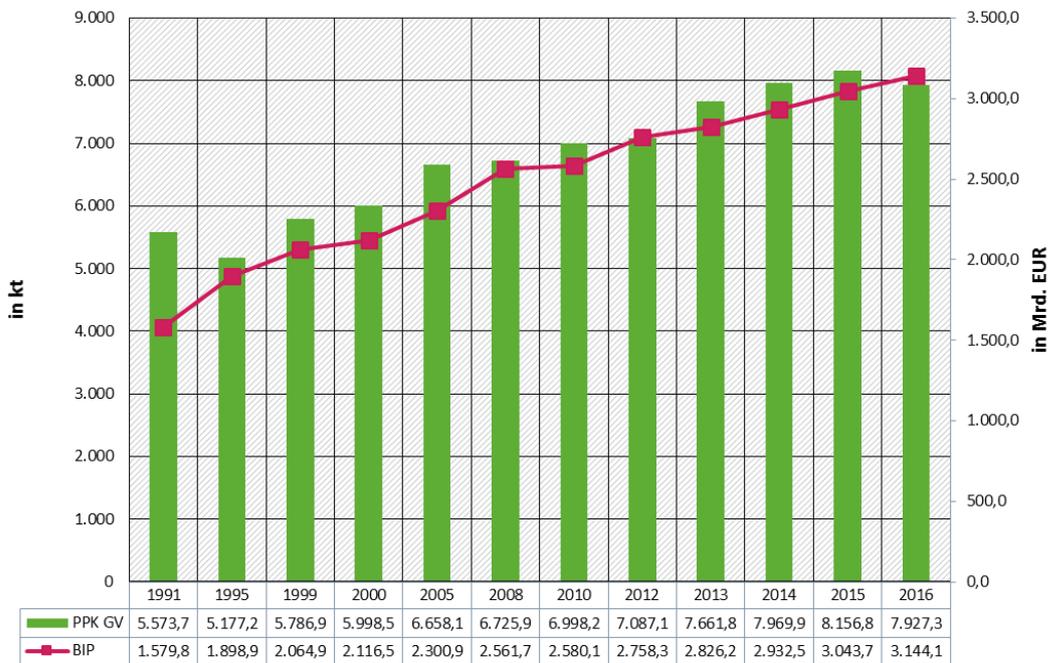
GVM 2018

Abbildung 3-4: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs nicht privater Endverbrauch (alle Materialien) und BIP



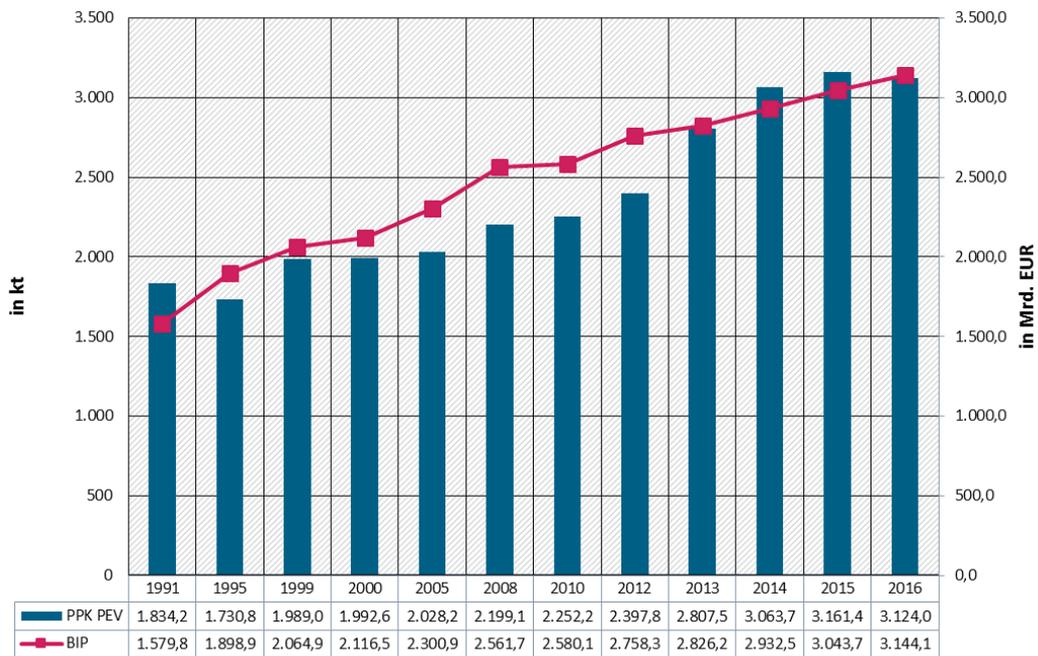
GVM 2018

Abbildung 3-5: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs von Papier, Pappe und Karton und BIP



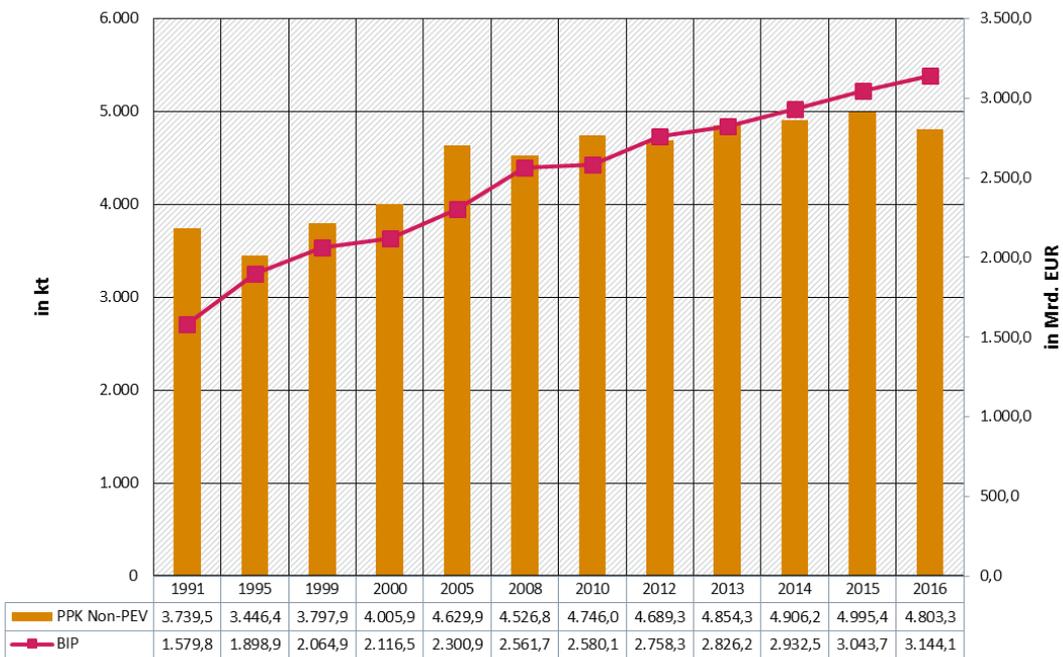
GVM 2018

Abbildung 3-6: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch aus Papier, Pappe und Karton und BIP



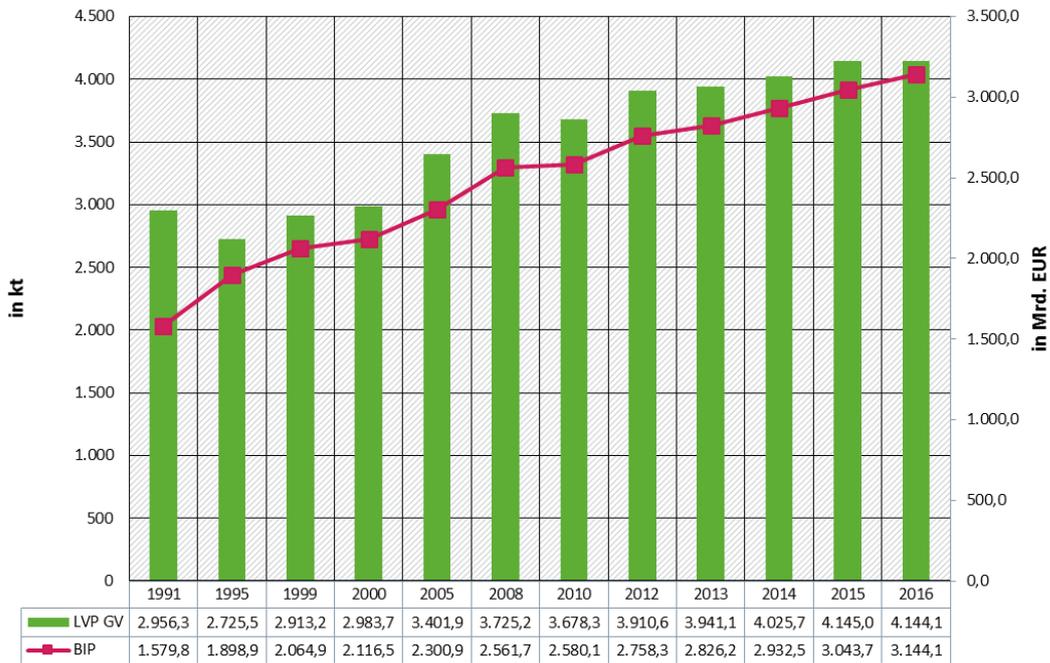
GVM 2018

Abbildung 3-7: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs nicht privater Endverbrauch aus Papier, Pappe und Karton und BIP



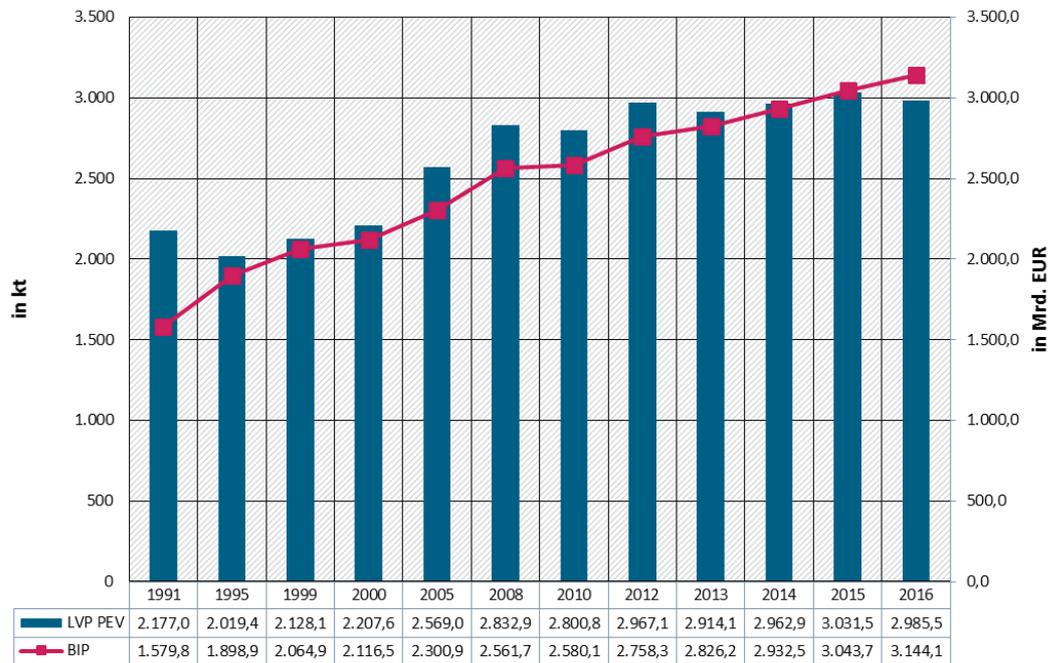
GVM 2018

Abbildung 3-8: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs aus LVP und BIP



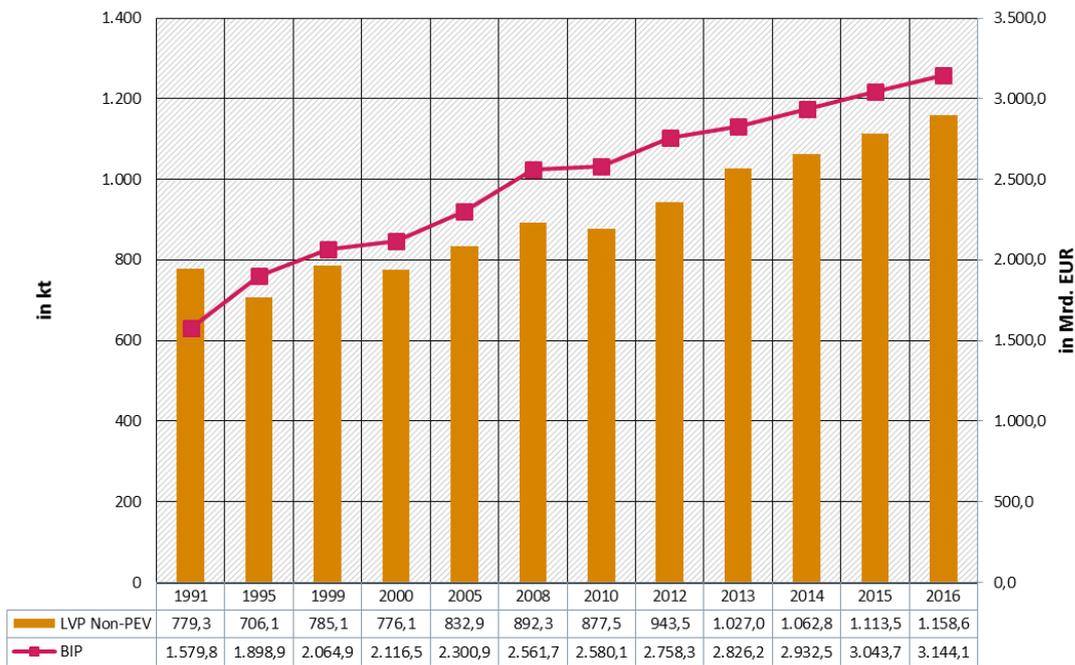
GVM, 2018

Abbildung 3-9: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch aus LVP und BIP



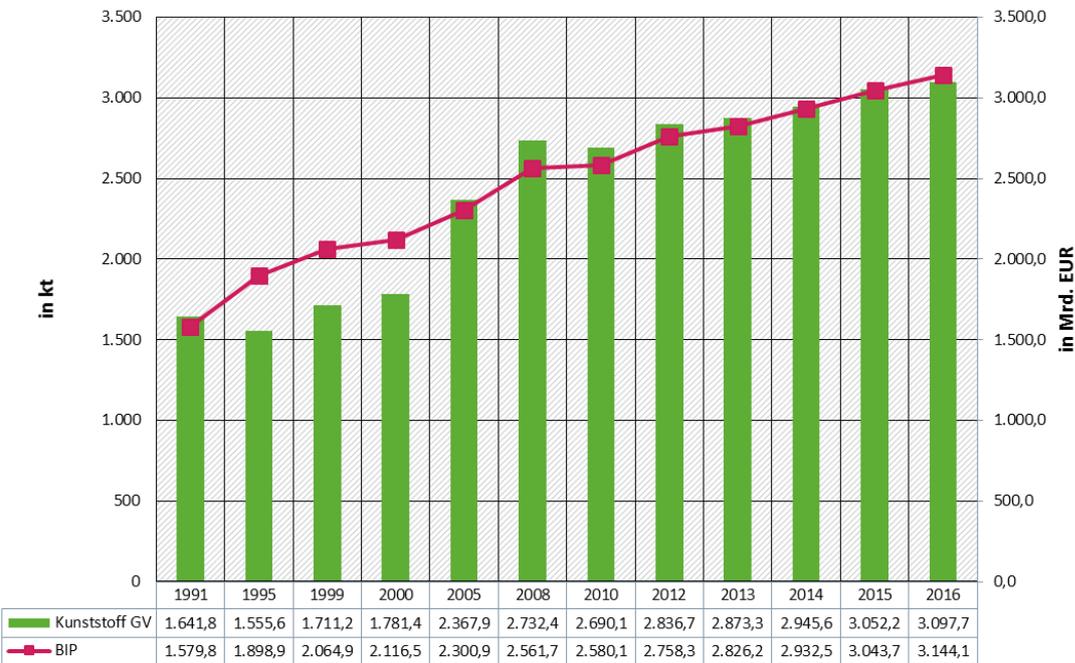
GVM, 2018

Abbildung 3-10: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs nicht privater Endverbrauch aus LVP und BIP



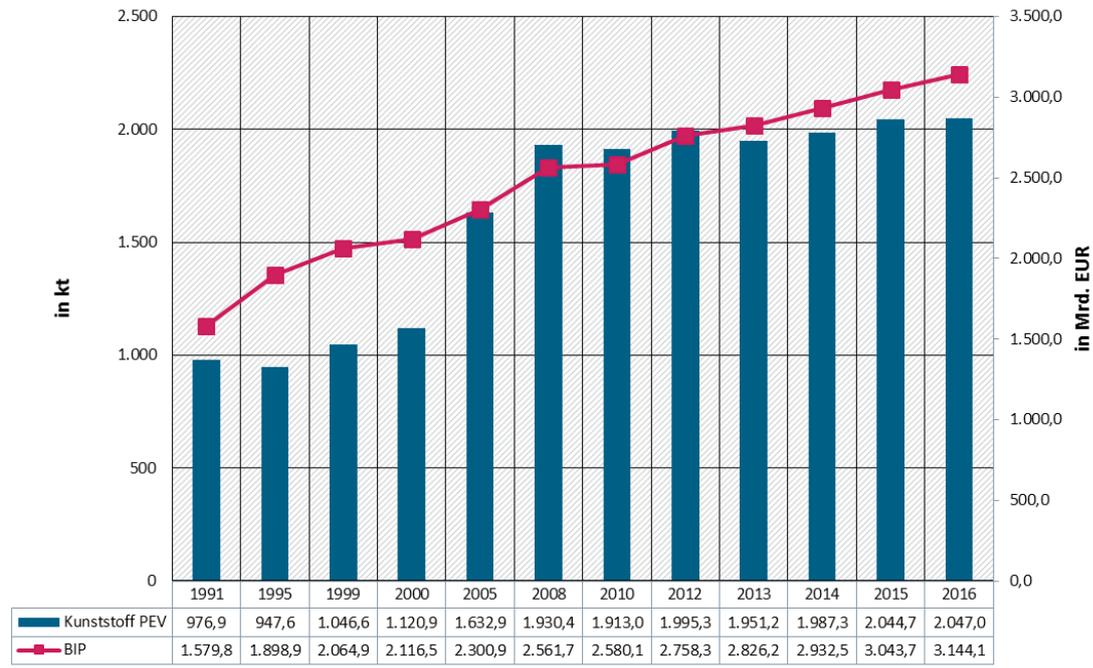
GVM, 2018

Abbildung 3-11: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs aus Kunststoff und BIP



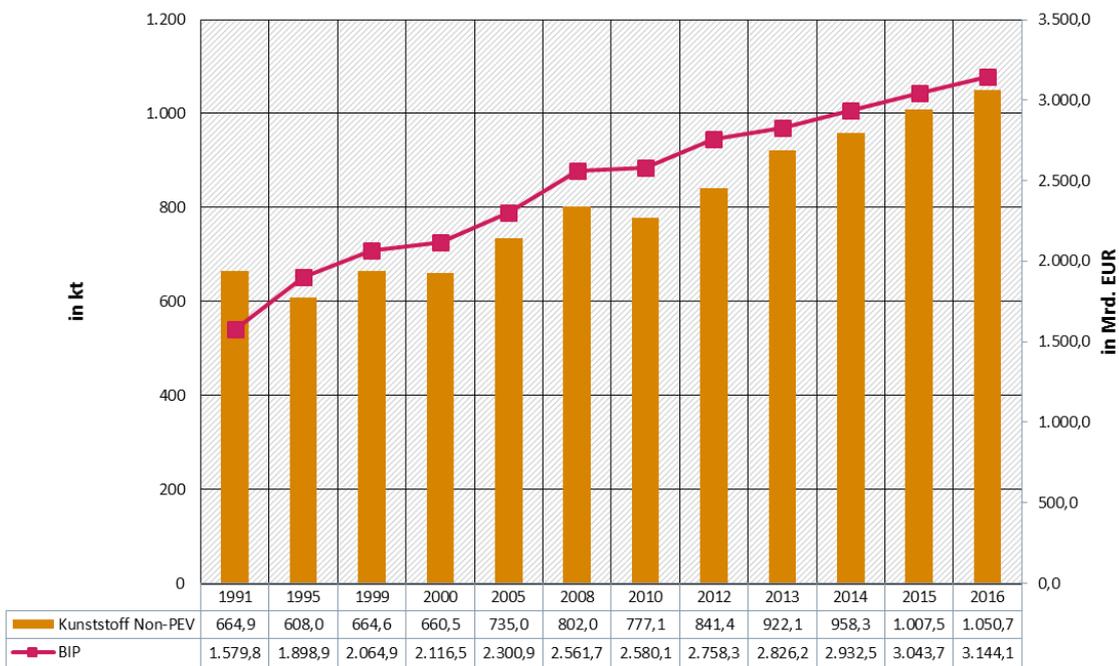
GVM, 2018

Abbildung 3-12: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch aus Kunststoff und BIP



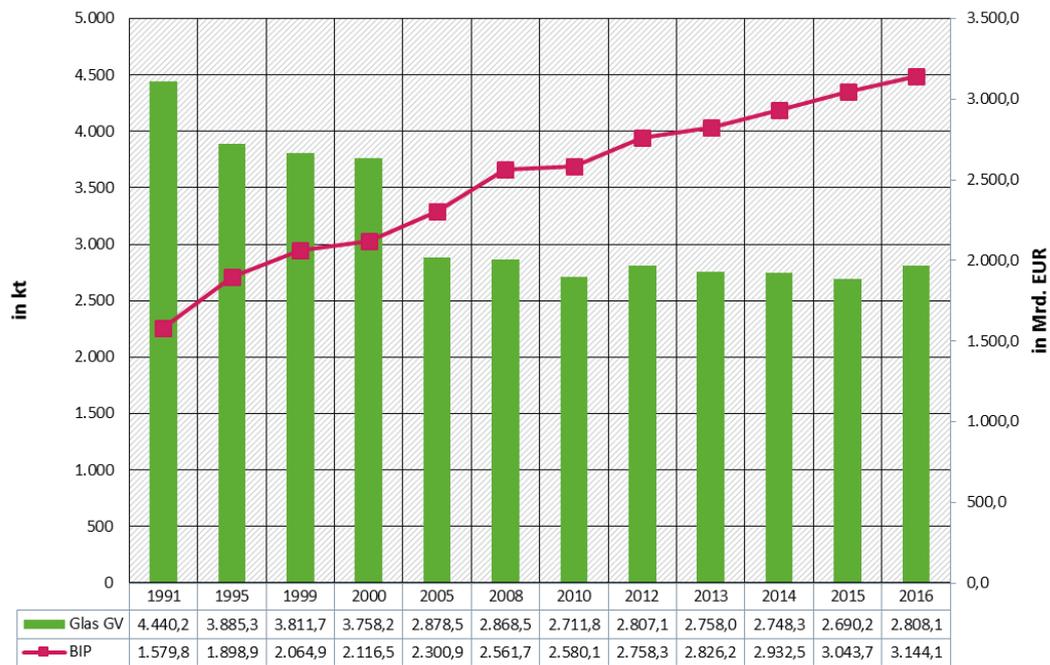
GVM, 2018

Abbildung 3-13: Entwicklung des Gesamtverbrauchs nicht privater Endverbrauch von Kunststoffverpackungen und BIP



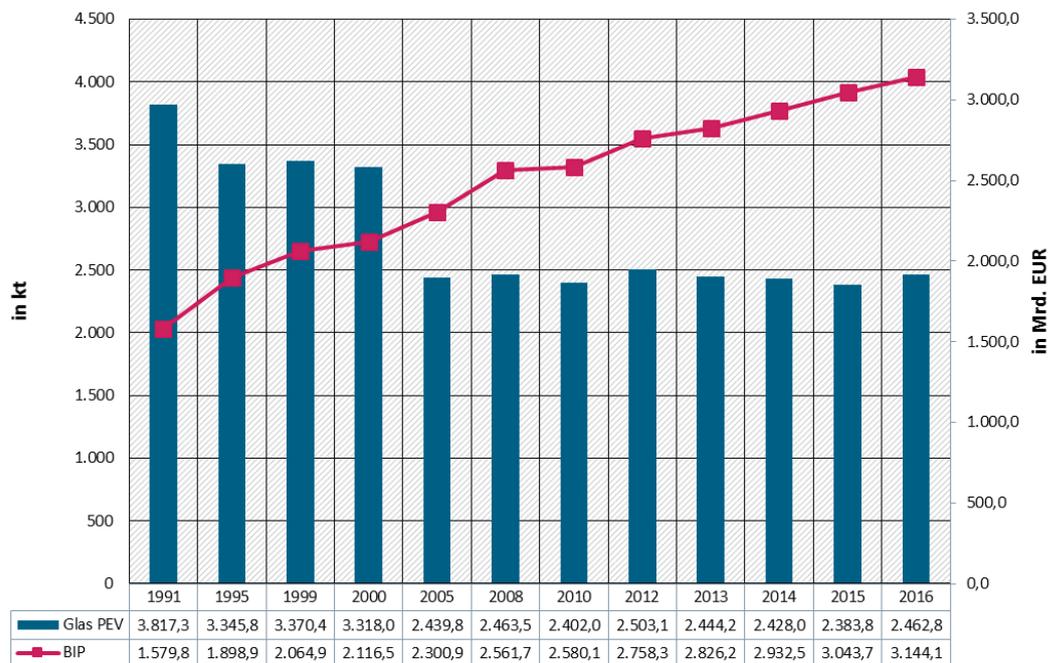
GVM, 2018

Abbildung 3-14: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs aus Glas und BIP



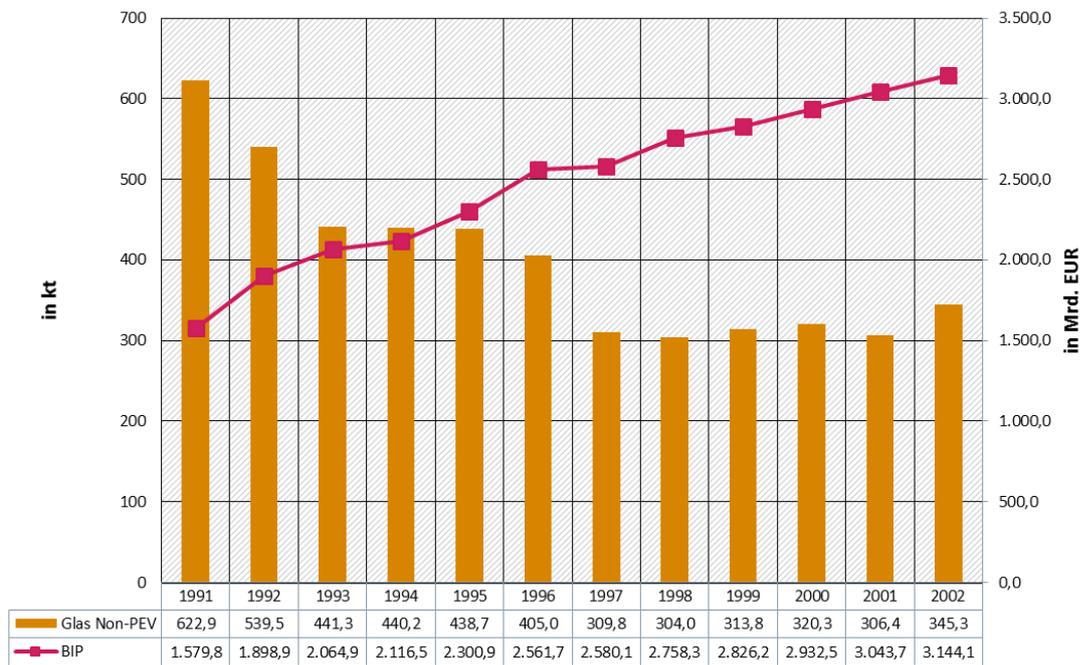
GVM, 2018

Abbildung 3-15: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs privater Endverbrauch aus Glas und BIP



GVM, 2018

Abbildung 3-16: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs nicht privater Endverbrauch aus Glas und BIP



GVM, 2018

3.7 Verpackungen mit Magneten

Magneten in Verpackungen sind eine Nischenerscheinung, jedoch wegen ihres Neodymgehalts rohstoffpolitisch interessant. Neodym wird von der EU als kritische Ressource gelistet⁴ und ist Bestandteil technisch hochwertiger Produkte. Es wird in Neodym-Eisen-Bor-Magneten („NdFeB-Magnete“, im Folgenden kurz „Neodymmagnete“) verwendet, die wegen ihrer physikalischen Eigenschaften vermehrt eingesetzt werden.

3.7.1 Neodym als knapper Rohstoff

Auf dem wachsenden Weltmarkt für Metalle aus seltenen Erden besitzt China aufgrund des hohen Vorkommens und geringer Produktionskosten eine Vormachtstellung⁵. Das birgt für europäische Hersteller das Risiko steigender Preise und der geopolitischen Abhängigkeit von China.

⁴ Vgl. z.B. Europäische Kommission: Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über die Liste kritischer Rohstoffe für die EU 2017, COM(2017) 490 final, Brüssel 2017

⁵ Vgl. z.B. Europäische Kommission: Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über die Liste kritischer Rohstoffe für die EU 2017, COM(2017) 490 final, Brüssel 2017

Beim Abbau von Neodym werden auch radioaktives Thorium und Uran frei. Das bringt in den Abbaugebieten Gefahren für Mensch und Umwelt mit sich.

Aus diesen Gründen wurde bereits das Recyclingpotential, also die Menge der prinzipiell zum Recycling geeigneten und verfügbaren Mengen von Magneten aus langlebigen Gebrauchs- und Investitionsgütern untersucht^{6,7,8,9}. Das Recycling des Neodyms wurde technisch vorangetrieben.

3.7.2 Neodymhaltige Magnete

Grundsätzlich stehen verschiedene Magnetarten zur Produktion von Produkten und Verpackungen zur Verfügung. Wegen ihrer physikalischen Eigenschaften werden immer häufiger Neodym-Eisen-Bor-Magnete (NdFeB-Magnete oder „Neodymmagnete“) eingesetzt. Neodymmagnete bieten viele Vorteile: z.B. sind sie „stärker“ als Ferritmagnete (höhere Remanenz) und „stabiler“ gegen Entmagnetisierung als Aluminium-Nickel-Cobalt-Magnete (höhere Koerzitivfeldstärke).

Das bedeutet, dass Neodymmagnete bei gleicher Feldstärke zuverlässiger und leichter sind. Sie können auch kleiner und flacher gebaut werden, mit geringerem Risiko, ihre Feldstärke zu verlieren.

Neodym wurde so zum wichtigen Rohstoff für die Produktion von langlebigen Gebrauchs- und Investitionsgütern, z.B.:

- ▶ Windkrafträder,
- ▶ Nabendynamos und Pedelecs,
- ▶ Elektroautos,
- ▶ Raumklimageräte.

Daneben werden Neodymmagnete aber auch als Kleinstmagnete in Verpackungen eingesetzt. Einige der verpackten Produkte sind schnell drehend, das heißt sie niedrigpreisig sind und werden in kurzer Zeit aufgebraucht. Beispiele sind:

- ▶ Zigarettenpapierschachteln,
- ▶ Pralinen,
- ▶ Schmuck,
- ▶ Kugelschreiber,
- ▶ Unterwäsche,
- ▶ Spirituosen.

3.7.3 Neodymmagneten in Verpackungen

Die Magnete werden fast ausschließlich in Schachteln eingesetzt. Sie dienen dort als Wiederverschluss, der aber auch ohne Magnete realisiert werden kann. Die Magnete ermöglichen es zwar, die Schachteln

6 Vgl. z.B. Zepf V. (2015): Das verkannte Recyclingpotential der Seltenen Erden - Quantitative Ergebnisse für Neodym in Deutschland. In: Thomé-Kozminensky K. J., Goldmann D. (2015): Recycling und Rohstoffe. Band 8. S. 463-476.

7 Sander et al.: Recyclingpotenzial strategischer Metalle (ReStra). UBA-Texte 68/2017.

8 Buchert et. al.: Untersuchung zu Seltenen Erden: Permanentmagnete im industriellen Einsatz in Baden-Württemberg. Januar 2014.

9 Elwert et al.: Proceedings of the European Metallurgical Conference – EMC 2017 (Juni 2017): Can recycling of NdFeB magnets be expected in Europe before 2030? Leipzig.

einfach zu handhaben und verschleißfrei mehrfach wieder zu verschließen, allerdings werden sie auch in Verpackungen eingesetzt, die üblicherweise nur einmal geöffnet werden (z.B. Unterwäsche).

Andere Verpackungen werden mehrfach geöffnet und wieder verschlossen, beispielsweise für Zigarettenpapierschachteln und Pralinen. Hier eignen sich andere Verschlussmechanismen weniger für den Wiederverschluss (z.B. Klebstoffe) oder verschleßen mit der Zeit (z.B. Bändchen), weshalb Magneten eine elegante Lösung darstellen. Zugleich muten die Verpackungen meist edel an, bieten durch das „Klacken“ beim Schließen eine multisensorische Erfahrung und verleihen dem Produkt so eine höhere Wertigkeit.

Grundsätzlich ist die Verwendung von kritischen Rohstoffen in schnell drehenden Verpackungen aber zu hinterfragen. Um die Problematik einordnen zu können, soll im Folgenden das Recyclingpotential, also die Menge Neodym, die aus anfallenden Verpackungen zurückgewonnen werden könnte bestimmt werden.

3.7.4 Verpackungsaufkommen von Neodymmagneten

Auf der Basis von Storechecks, Webrecherche und Interviews wurde das Aufkommen an Neodymmagneten in Verpackungsanwendungen und damit ein Potential für das Neodym-Recycling aus verbrauchten Verpackungen ermittelt.

Im Rahmen dessen wurden exemplarisch Verpackungen mit Kleinstmagneten in Geschäften identifiziert und detailliert untersucht. Durch Bestimmung der Dichte und der Remanenz (magnetische Kenngröße) wurden alle vorliegenden Magnete als Neodym-Magnete eingeordnet. Zudem erkennt man Neodymmagnete daran, dass sie meist mit einer silberfarbenen glänzenden Nickel-Oberflächenbeschichtung oder auch mit einer Kunststoffummantelung vor Korrosion geschützt werden. Der Kern ist porös und splittert leicht.

Tabelle 3-6 zeigt verschiedene Produktgruppen, das Gewicht der enthaltenen Magnete sowie den recherchierten oder geschätzten Marktanteil von Verpackungen mit Magnet. Auf Basis von Daten aus der GVM-Datenbank „Marktmenge Verpackungen“ wurde so ein Neodym-Potential aus Verpackungen berechnet.

Im oberen Abschnitt sind Produktgruppen aufgelistet, aus denen der GVM Verpackungsmuster vorliegen. Im unteren Abschnitt sind weitere Produktgruppen aufgelistet, in denen ebenfalls Verpackungen mit Kleinmagneten eingesetzt werden.

Oft wird in Online-Shops auf den Magnetverschluss der Verpackung hingewiesen. Aufgrund des allgemeinen Trends und der physikalischen Eigenschaften wird davon ausgegangen, dass auch hier ausschließlich Neodymmagnete zum Einsatz kommen. Die Gewichte wurden auf Basis der untersuchten Verpackungen geschätzt.

Der Neodymgehalt der NdFeB-Magneten kann zwischen 29% und 32% liegen. Im Folgenden wird mit einem Neodymanteil von 31% gerechnet.

Tabelle 3-6: Neodym-Potential aus Verpackungen in Deutschland im Jahr 2017

Produkt	Gewicht enthaltener Neodymmagnete	Marktanteil der Schachteln	Enthaltenes, reines Neodym
	[g]	[%]	[t]
Untersuchte Verpackungen			
Raucherbedarf	0,22	1-10	0,56
Pralinen (2 Magnete)	0,36	<1	0,14
Uhr	0,72	1-5	0,03
Kugelschreiber	0,48	<1	0,02
Unterhosen	1,01	1-5	0,15
Ring	0,43	<1	0,00
Whisky (6 Magnete)	5,68	<=1	0,41
			gesichertes Potential
			1,33
Recherchierte Verpackungen (Gewichte geschätzt)			
Bartpflege-Set	1	<1	0,00
USB-Stick	0,5	<1	0,00
Küchenmesser	2	<1	0,06
Kosmetik	1	<1	0,02
Gewürze	2	<1	0,02
Parfums	1	<1	0,03
Taschenmesser	1	<1	0,03
Taschenlampe	1	<1	0,00
			weiteres, mögliches Potential
			0,17
Neodym-Potential aus Verpackungen			1,49

Im Jahr 2017 sind in Deutschland gemäß dieser Berechnung ca. 4,5 Tonnen neodymhaltige Magneten als Verpackungsmüll angefallen, davon sind rund 1,5 Tonnen reines Neodym.

Eine frühere Schätzung von GVM ging noch von 9 Tonnen Magneten bzw. ca. 3 Tonnen Neodym aus dem Bereich Raucherbedarf aus. Da dies der mengenmäßig größte Bereich ist, wurden hierzu Interviews durchgeführt, mit dem Ziel die Schätzung zu validieren. Detaillierte Angaben zu Stückzahlen von Herstellern führen zur verbesserten Einschätzung von 1,8 Tonnen Magneten mit einem Gehalt von 0,56 Tonnen Neodym (für Raucherbedarf).

3.7.5 Neodym und Verpackungsservice

Nicht nur in Industrieverpackungen und den oben genannten High-Tech-Produkten werden Neodymmagnete eingesetzt, sondern auch im Bereich des Verpackungsservice: Zum einen werden PPK-Schachteln mit Magnetverschluss „leer“ zum Kauf angeboten. Zum anderen bieten Händler an, die Produkte in hochwertige, wiederverschließbare Schachteln mit Magnetverschluss umzupacken. Kunden sind oft Firmen, die ein Weihnachtsgeschenk oder Präsent besonders ansprechend verpacken möchten. Auf Auftragsbasis werden Produkte aus der ursprünglichen Verpackung ausgepackt und in Klappschachteln mit Magnetverschluss neu verpackt.

Beispielsweise berichtete ein Händler von einem Kunden, der seinen Mitarbeitern eine Taschenlampe zu Weihnachten schenkte. Die Lampen wurden aus dem Blister entnommen und mit einer Schaumeinlage in der Klappdeckelschachtel neu verpackt. Die ursprüngliche Verpackung wird entsorgt. Andere Beispiele sind

- ▶ Porzellan,
- ▶ USB-Sticks,
- ▶ Informationsmaterial und sogar
- ▶ Christstollen.

Ob die so in Verkehr gebrachten Klappdeckelschachteln immer eine Verpackung im Sinne der EU-Verpackungsrichtlinie darstellen, ist hier nicht von Belang. Die Verpackungseigenschaft ist jedenfalls immer dann in Betracht zu ziehen, wenn die Schachtel gewerblich und im Zusammenhang mit einer Ware in Verkehr gebracht wird. In den oben genannten Beispielen dürfte das immer der Fall sein.

Den Interviewergebnissen zufolge werden diese Schachteln ausschließlich aus China importiert und enthalten Neodymmagnete. Auch wenn es eine Schnittmenge zu oben genannten Industrieverpackungen geben könnte, soll hier in Ermangelung besserer Daten grob abgeschätzt werden, wie hoch das Neodympotential in diesen Schachteln sein könnte.

Laut Außenhandelsstatistik wurden 2017 11.474 Tonnen Faltschachteln und -kartons aus Wellpapier, nicht gewelltem Papier oder Karton jeglicher Art und Größe aus China nach Deutschland importiert. Nimmt man an, dass davon ein Prozent mit Neodymmagneten versehen sind, so würde das Aufkommen der Neodymmagnete 1,6 Tonnen und das Neodympotenzial 0,5 Tonnen betragen.

Mangels Daten über Art und Größe der importierten Schachteln ist der Anteil von einem Prozent eine schwache Annahme. Warum aber sollten überhaupt Faltschachteln aus China importiert werden? Im „schlimmsten“ Falle (kleine, leichte Schachteln und ausschließlich magnethaltig) ist das Neodympotenzial um Größenordnungen höher.

Insgesamt schätzen wir daher das Potenzial von reinem Neodym im deutschen Verpackungsverbrauch auf mindestens 1,5 bis 2,5 Tonnen.

3.7.6 Entsorgung

Die in den PPK-Klappschachteln eingeklebten Magnete sind untrennbar, weil in der Regel ein Werkzeug nötig ist, um den Magneten aus der Kartonage herauszulösen. Meist sind die Magnete zwischen zwei Lagen Karton unsichtbar verklebt. Sie werden also dem PPK-Strom zugeführt. Dort stellen sie einen Störstoff da, der durch FE-Magnetabscheider vom Faseranteil separiert wird.

Gemeinsam mit den Neodymmagneten werden dort zum Beispiel Heft-, Büroklammern oder Spiralbindungen heraussortiert, wobei Neodym daran einen verschwindend geringen Masseanteil haben wird. Derzeit werden die in der Papierindustrie abgeschiedenen FE-Metalle ohne weitere Vorsortierung der Metallverwertung zugeführt. Daher endet das Neodym aus Verpackungen letztlich im FE-Metallschrott. Es gibt zwar mittlerweile Verfahren zum Recycling von Neodym und anderen Metallen der Seltenen Erden aus Metall- oder Elektronikschrott (Adler, Müller 2014). Zurzeit werden keine Verfahren zur Neodym-Rückgewinnung aus Verpackungsanwendungen angewandt.

3.7.7 Einordnung

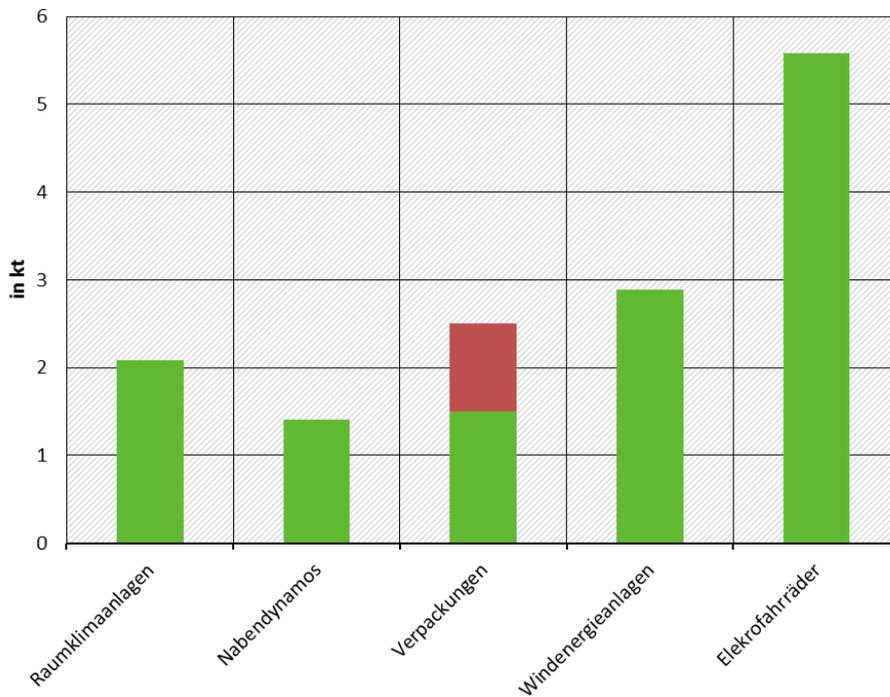
Zepf (2015) schätzt, dass weltweit jährlich 17.000 Tonnen reines Neodym produziert werden.

Rechnet man das hier für Deutschland geschätzte Potenzial von Neodym in Verpackungen (hier 2 Tonnen) über das Bruttoinlandsprodukt auf die Welt hoch, so hätten Verpackungen mit Neodym einen Anteil von 0,2 % Prozent an der Weltproduktion.

Dieser Vergleich täuscht allerdings darüber hinweg, dass Neodym aus Produkten gezielt zurückgewonnen werden kann, Neodym aus Verpackungen jedoch realistischerweise nicht.

Im Vergleich zu Recyclingpotentialen aus Produkten, die für das Jahr 2020 prognostiziert werden, ist die Menge aber durchaus relevant, zum Vergleich:

Abbildung 3-17: Recyclingpotentiale aus Produkten für 2020 im Vergleich zum Potential für Verpackungen 2016



GVM, 2018

Im UBA-Forschungsvorhaben ReStra (Sander et al. 2017)¹⁰ wurden für das Jahr 2020 in Deutschland zwischen 11 und 20 Tonnen Neodym-Anfall aus Altprodukten prognostiziert. Die Studie rechnet für 2020 beispielsweise mit einem Anfall von etwa 2,9 Tonnen Neodym aus Alt-Windenergieanlagen, 5,6 Tonnen aus Pedelecs, 1,4 Tonnen aus Nabendynamos sowie etwa 2,1 Tonnen aus Raumklimaanlagen. Im Vergleich dazu stellen die rund 2 Tonnen Neodym in Verpackungen durchaus eine relevante Menge dar.

10 Sander et al. (2017): Recyclingpotenzial strategischer Metalle (ReStra). UBA-Texte 68/2017.

4 Verwertung und Entsorgung von Verpackungsabfällen

4.1 Schnittstellen, Restfeuchtigkeit und verpackungsfremde Massen

Im Folgenden werden zunächst einige methodische und erläuternde Vorüberlegungen angestellt, die den Definitionsstand beschreiben. Die Änderungsrichtlinie zur EU-Verpackungsrichtlinie und die neue Kommissionsentscheidung zur Festlegung der Tabellenformate wurden dabei eingearbeitet.

Schnittstelle

Die neue Kommissionsentscheidung definiert die Schnittstelle zur Ermittlung der Verwertungsmengen folgendermaßen (Artikel 3, Abs. 4):

„Die Gewichtsangaben für verwertete oder stofflich verwertete Verpackungsabfälle gelten für Verpackungsabfälle, die einem effektiven Verfahren der Verwertung oder der stofflichen Verwertung zugeführt wurden. Wird der Ausstoß einer Sortieranlage einem effektiven Verfahren der Verwertung im Wesentlichen verlustfrei zugeführt, kann dieser als das Gewicht der verwerteten oder stofflich verwerteten Verpackungsabfälle angesehen werden.“

Für die Materialfraktionen der LVP-Fraktion wird daher nachfolgend der Ausstoß von Sortieranlagen dokumentiert, der einem Verwertungsverfahren zugeführt wurde (Verwertungszuführungsmengen). Für die Verwertungszuführungsmengen ist davon auszugehen, dass sie im Wesentlichen verlustfrei einem effektiven Verfahren der Verwertung zugeführt werden. Dies schließt nicht aus, dass das Verwertungsverfahren selbst Materialverluste mit sich bringt. Die einer Verwertung zugeführten Mengen unterscheiden sich vom Sortieranlagenoutput im Wesentlichen durch abweichende periodische Zuordnung von Lagerbestandsveränderungen.

Für Materialfraktionen, die in Monosammlungen (Glas, Papier) erfasst werden, ist es von untergeordneter Bedeutung, ob die Erfassungsmenge oder die einer Verwertung zugeführte Menge dokumentiert wird. Denn die erfassten Mengen werden im Wesentlichen verlustfrei einem effektiven Verfahren der Verwertung zugeführt. Papier wird zwar nach der Sammlung i.d.R. sortiert, der Sortieranlagenoutput wird jedoch vollständig entweder stofflich oder energetisch verwertet. Dasselbe gilt für die Fraktion Glas. Hier sind lediglich glasfremde Bestandteile der Glassammlung (Verschlüsse) zum Abzug zu bringen.

Restfeuchtigkeit

Die neue Kommissionsentscheidung sieht vor, die Verwertungsmengen dann um Restfeuchtigkeitsanteile zu korrigieren, wenn diese auf Grund klimatischer oder anderer Sonderbedingungen erheblich überhöht oder viel zu niedrig sind.

Diese Regelung zielt v.a. auf die Fraktion Altpapier ab. Marktmechanismen und das Qualitätsmanagement der Papierindustrie sorgen dafür, dass Altpapier keine überhöhten Feuchtigkeitsanteile aufweist. Von einer Korrektur wurde daher abgesehen.

Verpackungsfremde Massen

Im Sortieranlagenoutput und in der Monoerfassung sind verpackungsfremde Massen enthalten, insbesondere

- ▶ Produktanhaftungen,
- ▶ stoffgleiche Nichtverpackungen und
- ▶ stoffgruppenfremde Materialien (aus Verbunden, Minderkomponenten, Fehlsortierung, Fehlwürfen¹¹).

Die neue Kommissionsentscheidung zieht hier in Artikel 5 die Möglichkeit einer Korrektur in Betracht:

Soweit dies praktikabel ist, werden verpackungsfremde Materialien, die mit Verpackungsabfällen gesammelt wurden, für das Gewicht der stofflich und anderweitig verwerteten Verpackungsabfälle nicht berücksichtigt. [...] Korrekturen sind nicht vorzunehmen, wenn sie kleine Mengen von verpackungsfremden Materialien betreffen, die häufig bei Verpackungsabfällen auftreten.

Eine Korrektur soll also nur dann durchgeführt werden, wenn der verpackungsfremde Anteil über das übliche Maß hinausgeht.

Eine Korrektur um verpackungsfremde oder fraktionsfremde Massen wurde nur in folgenden Fällen durchgeführt.

- ▶ Bereinigung der Verwertungsmenge Papier um Nicht-Verpackungspapiere (v.a. grafische Papiere).
- ▶ Bereinigung der Verwertungsmenge Altholz um Nicht-Verpackungsholz.
- ▶ Bereinigung der Verwertungsmenge Glas um Verschlüsse, Produktionsabfälle und Flachglas.
- ▶ Bereinigung der Verwertungsmenge Aluminium um Kunststoff-Verbundfolien.

Eine Bereinigung um stoffgleiche Nichtverpackungen wird durch GVM nur für die Materialfraktion PPK und Holz vorgenommen. Soweit stoffgleiche Nichtverpackungen in Sondersammelgebieten miterfasst werden, ist davon auszugehen, dass die Bereinigung ohnehin bereits im Clearing zwischen dem Ausschreibungsführer und der Gebietskörperschaft erfolgt. Weitere Abzüge von stoffgleichen Nichtverpackungen wurden nicht vorgenommen.

11 Empirische Belege finden sich für die LVP-Fraktion in: HTP / IFEU: Grundlagen für eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Verwertung von Verkaufsverpackungen, Endbericht; Aachen Heidelberg Dezember 2000.

Abbildung 4-1: Übersicht Gründe für Verluste in der Prozesskette

Verluste, die primär auf Verunreinigungen zurückgehen:

Produktreste, Wasser	Restflüssigkeiten
	Produktanhaftungen
	Nicht restentleerte Verpackungen
	Wasser, Feuchtigkeit
Stoffgruppenfremde Materialien	aus Fehlwürfen
	aus Fehlsortierungen
	aus Packmittelkombinationen (z.B. Etiketten)
	aus ganzflächigen Verbunden
	Klammern, Kleber, Farben, Siegelmedien u.v.a.
Verschmutzte Ganzchargen	kontaminierte Chargen
	Stark verschmutzte Chargen

Verluste, die nicht primär auf Verunreinigungen zurückgehen:

Prozessbedingte Verluste	durch Oxidation
	durch sonstige chemische Umwandlungsprozesse
	durch Auswaschung, Filtration, Siebung u.ä. Verfahren
	durch Staubaustrag
	aufgrund von Prozessstörungen
	aufgrund von Versuchschargen
Prozessanlauf- und -auslaufverluste	
Ökonomisch bedingte Verluste	Restchargen, Kleinstchargen
	Chargen mit Prozessrisiken
	Chargen mit Qualitätsrisiken

Aus verschiedenen Gründen (vgl. Abbildung 4-1) kann die netto verwertete Masse erheblich unter den hier dokumentierten Massen liegen.

In den der Sortierung nachgeschalteten Prozessen Nachsortierung (Glas, Papier), Aufbereitung und Verwertung kommt es zu Masseverlusten. Tabelle 4-1 gibt Anhaltspunkte über die Größenordnung der Abweichung zwischen bereitgestellten und netto verwerteten Mengen. Sie gibt den Anteil der Reststoffe wieder, die in Aufbereitung und Verwertung anfallen. Die jeweilige Komplementärmenge (zum Beispiel: 75 % bei Flüssigkeitskarton) ist als Netto-Verwertung des Hauptmaterials (im Beispiel: Papierfasern) zu interpretieren. Das heißt, es wird nicht berücksichtigt, dass die anfallenden Nebenmaterialien z.T. wiederum eigenen Verwertungswegen zugeführt werden (im Beispiel: Zementindustrie). Verluste in der Sortierung der LVP-Fraktion sind in den Angaben nicht berücksichtigt, da in dieser Studie der Anlagen-Output ausgewiesen wird.

Tabelle 4-1: Schätzung der Verluste in Aufbereitung und Verwertung von Verpackungen

Materialfraktion	Verlustanteil	Erläuterung (Quelle)
Glas	ca. 10 %	Grus, Keramik, Papier etc. (GGA)
Kunststoffe	15 – 30 %	Aufbereitungsverluste (HTP)
Papier und Pappe	15 – 30 %	Spuckstoffe und Sortierverluste (Papierindustrie, VDP)
Aluminium	60 – 70 %	Komplementärmenge zum Rein-Alu-Anteil (ISD, DAVR, Alunova)
Weißblech	5 – 8 %	Lacke etc. (GVM-Schätzung)
Flüssigkeitskarton	ca. 25 %	Reject-Anteil (nach Angaben des FKN)

Andererseits werden die Ausschussmengen bzw. Reststoffe z.T. wiederum energetischen oder stofflichen Verwertungsverfahren zugeführt. Beispiele:

- ▶ Spuckstoffe aus der Altpapieraufbereitung, Reste aus der Kunststoffaufbereitung und Sortierreste der LVP-Fraktion werden in der Produktion von Sekundärbrennstoffen eingesetzt.
- ▶ Sortierreste aus der Altpapieraufbereitung werden in (z.T. betriebseigenen) Feuerungsanlagen energetisch genutzt.
- ▶ Die stofffremden Bestandteile der Aluminiumfraktion werden im Rahmen der Pyrolyse energetisch genutzt. Reste der pyrolytischen Vorbehandlung wiederum werden z.T. energetisch und stofflich verwertet.
- ▶ Kunststoffdichtmassen aus der kältemechanischen Aufbereitung von Alu-Verschlüssen werden stofflich und energetisch verwertet.
- ▶ Kunststoffbestandteile (Verschlusskappen, Steigröhrchen, Sprühdüsen) aus Alu- oder Weißblech-Aerosoldosen werden zu Mahlgut aufbereitet.

Bereits diese Beispiele zeigen, dass die Ermittlung der netto verwerteten Mengen äußerst komplex ist. Zur Brutto-Darstellung gibt es daher keine realistische Alternative.

4.2 Definition der Verwertungswege

Die neue Kommissionsentscheidung in Verbindung mit der Änderungsrichtlinie zur EU-Verpackungsdirektive unterscheidet zwischen verschiedenen Formen der Verwertung:

- ▶ Werkstoffliche Verwertung von Materialien.
- ▶ Andere Formen der stofflichen Verwertung.
- ▶ Energetische Verwertung (z.B. in Zementwerken).
- ▶ Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung.

Die organische Verwertung wird explizit der Rubrik „Andere Formen der stofflichen Verwertung“ zugeordnet.

Im Hinblick auf Kunststoffverpackungen sind werkstoffliche Verwertungsverfahren definiert als Verfahren, an deren Ende wiederum Kunststoffprodukte stehen.

Dies ist für die so genannten „rohstofflichen“ Verfahren, deren Bedeutung in Deutschland kontinuierlich zurückgeht, nicht der Fall. Auch die Rahmenbedingungen für Systeme zur Führung des Mengenstromnachweises ordnen Verfahren, bei denen Kunststoffe auf ihre chemischen Grundstoffe zurückgeführt werden, und die übrigen rohstofflichen Verfahren explizit nicht der werkstofflichen Verwertung zu.

Die rohstofflichen Verwertungsverfahren wurden daher vollständig den anderen Formen der stofflichen Verwertung zugeordnet.

4.3 Energetische Verwertung in Abfallverbrennungsanlagen

4.3.1 Kreislaufwirtschaftsgesetz und R1-Kriterium

Am 22.11.2008 wurde die „Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien“ (EU-Abfallrahmenrichtlinie) im EU-Amtsblatt veröffentlicht.

In Anhang II wird die Mitverbrennung von Abfällen in Abfallverbrennungsanlagen als ein Verwertungsverfahren definiert, sofern die Anlagen vorgegebene Energieeffizienzwerte erreichen.

Mit dem Inkrafttreten des neuen Kreislaufwirtschaftsgesetzes am 01.06.2012 wurde die EU-Richtlinie im deutschen Abfallrecht umgesetzt. In Anlage 2 des KrWG wird unter der Nr. R 1 die „Hauptverwendung als Brennstoff oder als anderes Mittel der Energieerzeugung“ als Verwertungsverfahren definiert, sofern die in Anlage 2 definierten Energie-Effizienzkriterien erfüllt sind. Insofern sprechen wir im Folgenden auch vom „R1-Kriterium“.

Damit sind Verpackungen, die in Müllverbrennungsanlagen (MVAs) verbrannt werden, die das R1-Kriterium erfüllen, als energetisch verwertet anzusehen.

Bis zum Erhebungsjahr 2010 hat GVM die Verpackungen, die in Müllverbrennungsanlagen der Beseitigung zugeführt werden, unabhängig vom Energierückgewinnungsgrad der Verbrennungsanlage separat ausgewiesen.

Die EU-Tabellenformate sehen hierzu eine eigene Tabellenspalte (g) vor, die mit „Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung“ überschrieben ist. Da letztlich in allen Abfallverbrennungsanlagen eine Form der Energierückgewinnung betrieben wird - wenn auch in Altanlagen nur eine sehr ineffiziente - wurden bis 2010 alle Beseitigungsmengen, die in MVAs gelangen unter dieser Rubrik ausgewiesen, soweit der Packstoff hochkalorisch ist.

Es wurde daher notwendig, die definatorischen Vorgaben der EU-Tabellenformate zu präzisieren. Hier gab es zwei Varianten:

1. In der Spalte g) der Tabelle 2-1 („Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung“) werden weiterhin alle in MVAs verbrannten Verpackungsabfälle ausgewiesen ungeachtet der Energieeffizienz der Anlagen. In diesem Falle müsste die Spalte e) („Energetische Verwertung“) umbenannt oder mit einer präzisierenden Fußnote versehen werden.
2. In der Spalte e) („Energetische Verwertung“) werden auch alle Mengen berücksichtigt, die in Anlagen verbrannt wurden, die die Energieeffizienzkriterien erfüllen. In der Spalte g) werden nur noch die Mengen berücksichtigt, die in Anlagen gehen, die die Energieeffizienzkriterien nicht erfüllen. In

diesem Falle müsste die Spalte g) umbenannt oder mit einer präzisierenden Fußnote versehen werden.

In Abstimmung mit dem Umweltbundesamt wurde die Variante 2 gewählt.

4.3.2 Umsetzung des R1-Kriteriums

Anlage 2 zum KrWG könnte man auch so lesen, dass alle Verpackungen unabhängig vom Heizwert als energetisch verwertet anzusehen sind, sofern sie in eine R1-Anlage gelangen. Damit wäre z.B. auch Glas energetisch verwertet, auch wenn bei seiner Verbrennung keine Energie frei wird.

Nach Abstimmung mit dem Umweltbundesamt werden demgegenüber in der vorliegenden Studie nur solche Verpackungsbestandteile als energetisch verwertet angesehen, die hochkalorisch sind. Das gilt für

- ▶ Kunststoff,
- ▶ Papier, Pappe, Karton,
- ▶ Aluminium,
- ▶ Holz,
- ▶ Textilien,
- ▶ Kork,
- ▶ Gummi, Kautschuk.

Glas, Weißblech, Feinblech, sonstiger Stahl und Keramik können nicht energetisch verwertet werden.

Was Aluminium angeht, war der Frage nachzugehen, zu welchem Teil Aluminium in Verbrennungsanlagen tatsächlich oxidiert. Hierzu verweisen wir auf die Ausführungen in Kapitel 4.8.

Die beseitigten Mengen aus gebrauchten Verpackungen wurden folgendermaßen berechnet:

$$\begin{array}{r} \text{Verpackungsverbrauch zur Entsorgung} \\ \text{./. im Inland angefallene und im In- oder Ausland verwertete Verpackungen} \\ \hline = \text{Verpackungen zur Beseitigung} \end{array}$$

Als Verpackungen zur Beseitigung gelten damit alle Verpackungen, die zur Entsorgung anfallen, aber nicht in Verwertungsanlagen gelangen. Mögliche Fehler bei der Erhebung der Verwertungsmengen oder des Verpackungsverbrauchs wirken sich damit auch auf die Mengen zur Beseitigung aus. Auch Verpackungen die nicht in (deutsche) Erfassungssysteme gelangen, werden so den Verpackungen zur Beseitigung zugerechnet.

In welchem Umfang zu beseitigende Verpackungen in Müllverbrennungsanlagen oder in Müllbehandlungsanlagen behandelt werden, lässt sich nur pauschal bestimmen.

Für alle Verpackungen haben wir in Anlehnung an die Abfallbilanz des statistischen Bundesamtes den folgenden Beseitigungsmix unterstellt:

MVA: 79,5 %

MBA: 20,5 %

In allen deutschen Müllverbrennungsanlagen wird Energie zurückgewonnen durch

- ▶ Wärmenutzung oder
- ▶ Stromerzeugung oder
- ▶ Kraft-Wärme-Kopplung.

Um den Anteil der R1-Anlagen in Prozent der angelieferten Menge zu bestimmen, wurden Materialien der ITAD und der CEWEP ausgewertet. Zudem wurden verschiedene telefonische und persönliche Interviews geführt. Im Ergebnis geht GVM davon aus, dass 2016 99,7 % der in MVAs angelieferten Menge in R1-Anlagen gelangte. Dieses Ergebnis beruht auf Untersuchungen der CEWEP und Angaben der ITAD.

Hochkalorische Verpackungen, die in Anlagen gelangen, die nicht den R1-Status aufweisen, werden wie bisher unter der Rubrik „Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung“ ausgewiesen, also nicht als energetisch verwertet.

In allen MBAs werden kalorische Fraktionen gewonnen, die als Ersatzbrennstoffe energetisch verwertet werden. Dieses Material gelangt ausschließlich in Verbrennungsanlagen mit R1-Status (z.B. Zementwerke, Kohlekraftwerke). Es stellt sich daher nur die Frage, welcher Anteil der angelieferten Menge tatsächlich zu Ersatzbrennstoffen wird. Nach Auswertung verschiedener Anlagenbilanzen taxiert GVM den Anteil der energetisch verwerteten Menge am Input der MBAs auf 89 %.

Was die Ergebnisse im Einzelnen angeht, verweisen wir hierzu auf die Kapitel 4.6 bis 4.13.

4.4 Datenquellen nach Umweltstatistikgesetz und duale Systeme

4.4.1 Erhebungen nach Umweltstatistikgesetz

Gemäß Umweltstatistikgesetz führen die Statistischen Landesämter seit 1996 u.a. folgende Erhebungen durch:

- ▶ Erhebung über das Einsammeln von Verkaufsverpackungen beim Privaten Endverbraucher (VV).
- ▶ Erhebung über das Einsammeln von Transport- und Umverpackungen und von Verkaufsverpackungen bei gewerblichen und industriellen Endverbrauchern (TUV).

Daten über die Sammlung von bepfandeten Einweg-Getränkeverpackungen werden vom statistischen Bundesamt nicht mehr erhoben. Sie sind auch in der Erhebung über Verkaufsverpackungen nicht enthalten, weil dort nur Branchenlösungen und duale Systeme zum Berichtskreis zählen. Außerdem muss die Sammlung und Verwertung von bepfandeten Einweg-Getränkeverpackungen seit der 5. Novelle der VerpackV nicht mehr in einer Mengenstrombilanz dokumentiert werden.

Insbesondere die Erhebung über das Einsammeln von Transportverpackungen etc. hat dazu beigetragen, die Datenlage zur Erfassung von Verpackungen aus gewerblichen Anfallstellen (v.a. Handel und Industrie) zu verbessern.

Das statistische Bundesamt hat aus den genannten Erhebungen Daten für das Bezugsjahr 2016 veröffentlicht. Nachfolgend werden die Ergebnisse für das Bezugsjahr 2016 dargestellt und mit verschiedenen anderen Datenquellen verglichen.

Tabelle 4-2: Ergebnisse der Erhebung TUV nach dem Umweltstatistikgesetz

	1996	2000	2005	2009	2010	2014	2015	2016
in kt	(1)	(1)	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)	(4)
Glas	160	75	102	75	103	115	102	110
Papier, Pappe, Karton	2.275	3.084	3.142	2.933	2.943	2.859	3.096	3.175
Metalle	101	113	108	72	78	81	92	84
- Aluminium	k.A.	k.A.	10	6	8	6	7	7
- eisenhaltige Metalle	k.A.	k.A.	80	59	61	63	77	69
- Sonstige, Metallverbunde	k.A.	k.A.	18	7	10	12	8	8
Kunststoffe	195	242	260	267	304	320	336	349
Holz	277	428	404	329	325	422	473	483
Sonstige (5)	160	532	670	464	511	559	708	646
Insgesamt	3.168	4.474	4.685	4.139	4.264	4.356	4.807	4.848

(1) Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19, Reihe 1; sowie verschiedene Ergebnisberichte

(2) Quelle: Statistisches Bundesamt, Einsammlung und Verwertung von Verpackungen - Ergebnisberichte 2005 bis 2009

(3) Quelle: Statistisches Bundesamt, Einsammlung und Rücknahme von Verpackungen - Ergebnisberichte 2010 - 2015

(4) Quelle: Statistisches Bundesamt, Einsammlung und Rücknahme von Verpackungen - Ergebnistabellen 2016

(5) Verbunde, Gemische, Sonstige Materialien, Verpackungen schadstoffhaltiger Füllgüter

Eine Kommentierung der Ergebnisse für die einzelnen Materialfraktionen findet sich in den Kapiteln zur Verwertung von 4.5 Glas-, 4.7 PPK-, 4.10 Stahl- und 4.6 Kunststoffverpackungen.

Für alle Materialfraktionen gilt: die in der Erhebung TUV ausgewiesenen Sammelmengen aus den genannten Anfallstellen sind niedriger als die entsprechenden Mengen, die in dieser Studie ausgewiesen werden. Die erfassenden Betriebe sind oft nur nebenbei als Einsammler tätig. Organisationsformen, Entsorgungsstrukturen sowie Vertriebs- und Verwertungswege sind so vielfältig, dass die Schnittstelle Sammlung nicht eindeutig ist¹². Insbesondere dürften Verpackungen aus Gewerbebetrieben, die direkt mit Händlern, Aufbereitern und/oder Verwertern Entsorgungsverträge abschließen (z.B. Abfüller), in der Erhebung unzureichend berücksichtigt sein. Überdies ist für die meisten Materialfraktionen fraglich, ob die Berichtspflichtigen bereit und in der Lage waren, den Anteil der gebrauchten Verpackungen an der Erfassungsmenge zu bestimmen.

Trotzdem tragen die Ergebnisse der Erhebung dazu bei, die Verwertungsmengen insgesamt zu validieren. Insbesondere für Kunststoff ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse aus der Erhebung TUV den unteren Wert in einem Schätzintervall markieren.

12 Vgl. die Beispiele in den Kapiteln über die Verwertung von 4.5 Glas, 4.6 Kunststoff, 4.7 PPK und 4.10 Stahl.

Die Erhebung über das Einsammeln von Verkaufsverpackungen wurde ab dem Berichtsjahr 2009 methodisch umgestellt.

Die Ergebnisse nach Angaben des Statistischen Bundesamtes sind in der nachfolgenden Tabelle für das Bezugsjahr 2016 wiedergegeben.

Tabelle 4-3: Erhebung über die Einsammlung und Verwertung von Verpackungen 2016
- Bei privaten Endverbrauchern eingesammelte Verkaufsverpackungen Verbleib der Verkaufsverpackungen nach Materialart und Menge

Materialart Art der Verpflichteten	Abgegebene Menge nach der Sortierung, einschl. getrennt erfasseter Materialien		Davon Abgabe				
	Insgesamt	darunter Abgabe an Ausland	zur werkstofflichen Verwertung	für andere Formen der stofflichen Verwertung	zu energetischen Verwertung	für andere Formen der Verwertung	zu sonstigem Verbleib
1 000 t							
Insgesamt	5.450,9	335,7	3.978,5	.	1.146,3	-	288,9
nach Materialarten							
Glas	1.878,6	27,9	1.876,5	.	-	-	-
Kunststoffe 1)	1.209,8	127,4	442,3	5,2	757,5	-	.
Papier, Pappe, Karton 1)	1.195,0	159,8	1.168,4	23,6	.	-	.
Metalle insgesamt 1)	331,9	8,9	327,6	4,3	.	-	-
Aluminium 1)	60,5	0,1	.	.	.	-	-
Stahl, Weißblech 1)	271,4	8,8	.	.	.	-	-
Sonstige	172,8	11,0	162,6	-	.	-	.
Stoffgleiche Nichtverpackungen / Sortierreste	662,9	0,7	1,1	.	.	-	274,7
nach Art der Verpflichteten							
Branchenlösungen	58,5	4,4	43,0	.	1,9	-	10,0
Systembetreiber	5.392,4	331,3	3.935,5	-	1.144,4	-	278,9

1) Einschließlich Verbunde mit Hauptbestandteil dieser Materialart.

Die Werte sind der Original-Tabelle (Vgl. Statistisches Bundesamt (2017) entnommen. Zeichenerklärung: "0" nichts vorhanden, "." Zahlenwert unbekannt oder geheim zu halten

In der Zeile „stoffgleiche Nichtverpackungen/ Sortierreste“ werden die Outputströme der Sortieranlagen zusammengefasst, die keine Verpackungen darstellen (stoffgleiche Nichtverpackungen) oder den Sortierresten zufallen. Dazu zählen z.B. die Fraktionen „stoffgleiche Kunststoffe“, „Elektronikschrott“, „stoffgleiche Metalle aus LVP“. Mit weitem Abstand die größte Bedeutung hat die Fraktion „Sortierreste aus LVP“. In diese Fraktion gelangen z.B. das Feingut < 20 mm oder der Bandüberlauf der händischen Nachsortierung des Grobgutes.

In der nachfolgenden Tabelle 4-4 wurden die Daten des Statistischen Bundesamtes (Spalte 1) den Ergebnissen der vorliegenden Studie vergleichend gegenübergestellt. Dabei wird unterschieden zwischen den Ausgangsmengen (Spalte 3a) und den Ergebnissen nach Korrektur bzw. Modifikation, deren Hintergrund in den einzelnen Materialkapiteln erläutert wird. Um den Vergleich zu ermöglichen, wurden jeweils nur die Mengen dargestellt, die im Verantwortungsbereich der dualen Systeme und der Branchenlösungen einer Verwertung zugeführt wurden.

Tabelle 4-4: Vergleich verschiedener Datenquellen – Verwertung von Verkaufsverpackungen im Verantwortungsbereich von dualen Systemen und Branchenlösungen 2016 (in kt)

Materialfraktion	Vergleichsdaten		von GVM in der vorliegenden Studie zugrunde gelegte Mengen	
	Destatis	Bothe	GVM	GVM
	[2018]	[2018]	unkorrigiert	korrigiert
	(1)	(2)	(3a)	(3b)
Glas	1.878,6	1.873,3	1.892,3	1.876,9
Papier, Pappe, Karton	1.195,0	1.138,5	1.164,8	2.200,3
Kunststoff	1.209,8	1.188,0	1.184,8	1.199,3
Aluminium	60,5	64,1	66,5	52,0
Weißblech (Stahl)	271,4	269,5	272,6	283,5
Sonstige (4)	835,7	137,4	138,0	138,0
Insgesamt	5.451,0	4.670,8	4.719,0	5.750,0

(1) von dualen Systemen und Branchenlösungen 2016 abgegebene Menge nach der Sortierung, einschl. getrennt erfasster Materialien, nach Statistisches Bundesamt (2018)

(2) ohne Branchenlösungen; die Daten beziehen sich ausschließlich auf duale Systeme; jeweils einschl. der jeweiligen Verbundfraktion; 2016

(3a) im Verantwortungsbereich von dualen Systemen und Branchenlösungen einer Verwertung zugeführte Menge (nach GVM-Ergebnissen); 2016

(3b) im Verantwortungsbereich von dualen Systemen und Branchenlösungen einer Verwertung zugeführte Menge (nach GVM-Ergebnissen) unter verschiedenen Zuschätzungen und Abschlägen, 2016

(4) hier unter den Spalten (3a) und (3b) nur Flüssigkeitskarton berücksichtigt

Der Vergleich zeigt, dass die Angaben über die Verwertung von Verkaufsverpackungen durch duale Systeme und Branchenlösungen sehr gut abgesichert sind.

Nur für die Materialfraktion PPK gilt, dass die Ergebnisse des Statistischen Bundesamtes die Verwertung von Verkaufsverpackungen durch duale Systeme und Branchenlösungen nicht in zutreffender Größenordnung wiedergeben. Hierauf wird im Kapitel 4.7 näher eingegangen.

Tabelle 4-5: Vergleich „Verwertung“ nach Destatis versus GVM – 2016 (in kt)

Materialfraktion	Ergebnisse Destatis			GVM	Differenz
	Verkaufs- verpackungen	Transportverp. Verkaufsverp. Großgewerbe	Gesamt		
	2016 (1)	2016 (2)	2016 (3)		
Glas	1.878,6	110,2	1.988,8	2.401,8	413,0
Papier, Pappe, Karton	1.195,0	3.174,6	4.369,6	7.144,9	2.775,3
Kunststoff	1.209,8	349,4	1.559,2	2.370,1	810,9
Aluminium	60,5	7,0	67,5	100,4	32,9
Weißblech (Stahl)	271,4	77,1	348,5	777,5	429,0
Holz	k.A.	483,3	483,3	2.000,0	1.516,7
Sonstige (6)	835,7	646,2	1.481,9	138,8	-1.343,1
Insgesamt	5.451,0	4.847,8	10.298,8	14.933,6	4.634,8

(1) von dualen Systemen und Branchenlösungen abgegebene Menge nach der Sortierung, einschl. getrennt erfasster Materialien, nach Statistisches Bundesamt (2018)

(2) Eingesammelte Transport- und Umverpackungen und bei gewerblichen und industriellen Endverbrauchern eingesammelte Verkaufsverpackungen, nach Statistisches Bundesamt (2018)

(3) Summe Spalte (1) und Spalte (2)

(4) in der vorliegenden Studie zugrunde gelegte Mengen nach GVM-Ergebnissen (stoffliche und energetische Verwertung, hier ohne energetische Verwertung in MVAs bzw. von Materialien aus MBAs)

(5) Spalte (4) abzgl. Spalte (3)

(6) hier in Spalte (4) nur Flüssigkeitskarton berücksichtigt, daher mit den Abgrenzungen der Spalten (1) und (2) überhaupt nicht vergleichbar.

Die Tabelle 4-5 stellt die Ergebnisse der Erhebungen des Statistischen Bundesamtes den hier vorgelegten Ergebnissen gegenüber. Die Zeile „Sonstige“ wurde nur der Vollständigkeit halber wiedergegeben. Ein Vergleich der Datenquellen ist hier unmöglich.

In den Ergebnissen nach GVM ist die Verwertung bepfandeter Einweg-Getränkeverpackungen enthalten, in den Ergebnissen des statistischen Bundesamtes nicht.

Die Übersicht zeigt, dass die Abweichung in kaum einer Materialfraktion eine vernachlässigbare Größenordnung hat. Auf die Ursachen wird in den nachfolgenden Kapiteln detaillierter eingegangen.

4.4.2 Verwertung durch duale Systeme

Hauptaufgabe dieser Studie ist die Ermittlung des Gesamtaufkommens von Verpackungen und dessen Verwertung in Deutschland. Aufgrund der Betrachtungsebene und Aggregation der Daten lassen sich aus diesen Daten keine direkten Schlüsse auf die Leistungen der dualen Systeme ziehen. Um auch hierzu Aussagen zu generieren, werden in diesem Unterkapitel die Verwertungsleistungen der dualen Systeme zum einen den Lizenzmengen und zum anderen den Marktmengen gegenübergestellt.

Zu den Verwertungszuführungsmengen der dualen Systeme werden in der vorliegenden Studie seit Jahren zwei unterschiedliche Quellen gewürdigt.

- ▶ Erhebung der Mengenstromdaten dualer Systeme durch die Länderbehörden (Bothe [2018])
- ▶ Erhebung der Verwertungszuführungsmengen dualer Systeme durch GVM

Zwischen beiden Quellen gibt es regelmäßig Differenzen, die in der nachfolgenden Tabelle dokumentiert sind. Die Ergebnisse des Vergleichs zeigen, dass die Unterschiede wenig relevant sind.

Tabelle 4-6: Verwertungszuführung durch duale Systeme 2016 - Vergleich der Erhebungen der Bundesländer und der GVM (in kt)

	Bothe	GVM	Abweichung	
			in kt	in %
	(1)	(2)	(3a)	(3b)
Glas	1.873,3	1.875,7	-2,4	-0,1%
Papier, Pappe, Karton	1.138,5	1.142,3	-3,8	-0,3%
Kunststoff	1.188,0	1.178,0	10,0	0,8%
Aluminium	64,1	66,5	-2,4	-3,6%
Weißblech	269,5	272,5	-3,0	-1,1%
Flüssigkeitskarton	137,4	138,0	-0,6	-0,4%
Insgesamt	4.670,8	4.673,0	-2,2	0,0%

(1) im Verantwortungsbereich von dualen Systemen einer Verwertung zugeführte Menge (nach Bothe [2018]).

(2) im Verantwortungsbereich von dualen Systemen einer Verwertung zugeführte Menge (nach GVM-Ergebnissen) ohne Zuschätzungen und Abschläge.

(3a), (3b) Abweichung (1) - (2); in Prozent von (2)

Die Ursachen für diese Differenzen können nicht ganz geklärt werden. Zum einen dürften unterschiedliche Zurechnungen von sonstigen Verbunden ursächlich sein. Zum anderen sind Erhebungsfehler – auf der einen oder auf der anderen Seite – nicht völlig auszuschließen.

In der vorliegenden Studie und in der nachfolgenden tabellarischen Ableitung von Quoten werden ausschließlich die Daten der GVM-Erhebung zu Grunde gelegt.

Die Verwertungsquoten werden auf der Basis zweier Grundgesamtheiten berechnet:

- ▶ Vertragsmenge duale Systeme
- ▶ Marktmenge duale Systeme

Die dualen Systeme müssen mindestens die Verwertungsquoten nach Anhang I VerpackV erfüllen. Die Vertragsmenge eines dualen Systems ist dabei Grundlage für seine jeweils mindestens zu verwertenden Verpackungsmengen. In den hier dargestellten Vertragsmengen und Verwertungsmengen dualer Systeme wurden die Daten der einzelnen dualen Systeme zusammengefasst. Dargestellt werden die Verwertungsquoten und der Erfüllungsgrad aggregiert über alle Systeme. Aussagen zu den Verwertungsleistungen der einzelnen dualen Systeme können mit diesen Zahlen nicht getroffen werden.

Die Vertragsmenge dualer Systeme wurde berechnet als Differenz zwischen der Vertragsmenge der dualen Systeme insgesamt (nach Auswertung VE-Register) abzüglich der Eigenrücknahme (im Wesentlichen nach Bothe).

Die Zurechnung der Verbunde auf die Hauptmaterialfraktionen wurde nach der Auswertung der Mengenstromnachweise berechnet, wobei in mengenmäßig unwesentlichen Details Schätzungen notwendig waren.

Im Ergebnis ergibt sich über alle Materialfraktionen auf der Basis der Vertragsmengen eine Verwertungsquote von 84,5 %.

Im Vergleich zu 2014 (104,5 %) ist dieser Wert zurückgehend. Die wichtigsten Ursachen liegen in der Abschaffung der Eigenrücknahme und dem Bedeutungsverlust der Branchenlösungen. Die Vertragsmengen der Systeme waren deswegen bereits 2015 stark angestiegen. Infolgedessen sinken die Verwertungsquoten der dualen Systeme trotz steigender Verwertungsmengen.

Tabelle 4-7: Verwertungsquoten Basis „Vertragsmenge“

	Verwertung duale Sys- teme	Vertrags- menge duale Systeme	Verwer- tungs- quote	Quotenvorgabe nach Anhang I VerpackV	Material
	in t	in t	in %	in %	
	(1)	(2)		(3)	
Glas	1.875,7	2.246,3	83,5%	75,0%	Glas
Papier, Pappe, Karton	1.142,3	1.734,6	65,9%	70,0%	Papier, Pappe, Kar- ton
Kunststoff	1.178,0	1.045,9	112,6%	60,0%	Kunststoff
davon: werkstofflich:	436,3	1.045,9	41,7%	36,0%	Kunststoff
Aluminium	66,5	66,4	100,2%	60,0%	Aluminium
Weißblech	272,5	267,8	101,8%	70,0%	Weißblech
Flüssigkeitskarton	138,0	167,5	82,4%	60,0%	Verbunde
LVP (*)	1.655,0	1.547,5	106,9%		
Insgesamt	4.673,0	5.528,4	84,5%		

(1) im Verantwortungsbereich von dualen Systemen einer Verwertung zugeführte Menge (nach GVM-Ergebnissen) ohne Zuschätzungen und Abschläge; ohne Branchenlösungen.

(2) Vertragsmenge dualer Systeme (nach VE-Register); unter verschiedenen Annahmen über die Struktur der Verbunde

(*) LVP hier ohne Verbunde Papierbasis

Alle Angaben in den Spalten (1) und (2) inkl. der jeweiligen Verbundfraktion.

(3) Die Zielquoten der VerpackV beziehen sich auf die Materialgruppen ohne Verbundfraktion.

Die hier rechnerisch ermittelte Verwertungsquote der dualen Systeme in der PPK-Fraktion liegt mit 65,9 % unter der Quotenvorgabe der VerpackV, die sich ausschließlich auf PPK-Monoverpackungen bezieht. Die Hauptursache ist: In den hier dargestellten Bezugsmengen sind auch die PPK-Verbunde enthalten (vgl. auch Fußnote (3) der vorstehenden Tabelle). PPK-Verbunde haben geringere Verwertungsquoten und erreichen auch nur unterdurchschnittliche Verwertungsquoten.

Die „Marktmenge dualer Systeme“ wurde folgendermaßen ermittelt.

Marktmenge privater Endverbrauch (nach GVM)

./ Marktmenge bepfandete Einweg-Getränkeverpackungen (nach GVM)

./ Vertragsmenge Branchenlösungen (nach VE-Register)

= Marktmenge dualer Systeme

Wiederum waren bezüglich der Zuordnung von Verbunden im Detail Schätzungen notwendig.

Im Ergebnis lässt sich aus diesen Angaben eine Grundgesamtheit berechnen, die zur Beurteilung des Verwertungserfolgs dualer Systeme geeignet erscheint.

Über alle Materialfraktionen ergibt sich auf dieser Basis eine Verwertungsquote von 60,5 %. Diese Quote ist im Vergleich zu 2015 (61,0 %) stabil, allerdings im Vergleich zu 2014 (68,4 %) stark zurückgegangen. Da die Vertragsmenge der Branchenlösungen in 2015 stark eingebrochen war, ist dieser Rückgang der Verwertungsquote auch Folge des gewählten Rechenweges; die Marktmenge wurde um die Vertragsmenge der Branchenlösungen bereinigt. In der Folge sinkt die Verwertungsquote trotz steigender Verwertungsmengen der dualen Systeme.

Ausreißer nach unten ist die Quote in der Materialfraktion PPK mit 37,1 %. Ursächlich hierfür ist der niedrige Lizenzierungsgrad bei PPK-Verpackungen. Als Folge beauftragen die Systeme Verwertungsleistungen für PPK-Verpackungen, die kaum mehr im Zusammenhang zum Aufkommen von PPK-Verpackungen in der haushaltsnahen Sammlung stehen (vgl. hierzu auch Kapitel 4.7). Die Verwertungsleistung wird stattdessen in der Verantwortung der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger erbracht.

Für Kunststoffverpackungen ergibt sich eine Verwertungsquote von 75,6 %, die werkstoffliche Verwertungsquote beträgt – auf der Basis der Marktmenge – 28 %.

Für die Materialien der LVP-Fraktion (hier allerdings ohne PPK-Verbunde) ergibt sich eine Verwertungsquote von 74,2 %.

Tabelle 4-8: Verwertungsquoten Basis „Marktmenge duale Systeme“

	Verwertung duale Systeme	Marktmenge duale Systeme	Verwertungsquote
	in t	in t	in %
	(1)	(2)	(3b)
Glas	1.875,7	2.415,0	77,7%
Papier, Pappe, Karton	1.142,3	3.081,5	37,1%
Kunststoff	1.178,0	1.559,0	75,6%
davon: werkstofflich:	436,3	1.559,0	28,0%
Aluminium	66,5	74,7	89,0%
Weißblech	272,5	416,4	65,4%
Flüssigkeitskarton	138,0	180,3	76,5%
LVP (*)	1.655,0	2.230,4	74,2%
Insgesamt	4.673,0	7.726,9	60,5%

(1) im Verantwortungsbereich von dualen Systemen einer Verwertung zugeführte Menge (nach GVM-Ergebnissen) ohne Zuschätzungen und Abschläge; ohne Branchenlösungen.

(2) Marktmenge (nach GVM) abzüglich Vertragsmenge Branchenlösungen (nach VE-Register) und bepfandete Einweg-Getränkeverpackungen (nach GVM)

(*) LVP hier ohne Verbunde Papierbasis

Alle Angaben inkl. der jeweiligen Verbundfraktion; berechnet unter verschiedenen Annahmen über die Struktur der Verbunde

4.5 Verpackungen aus Glas

Tabelle 4-9 gibt die Verwertungsmengen von Glas aus gebrauchten Verpackungen wieder. Die einzelnen Mengen werden nachfolgend näher erläutert.

Tabelle 4-9: Verwertungsmengen Glasverpackungen

in kt	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Erläuterung/Datenquelle
zur Verwertung erfasste Menge (duale Systeme)	1.918,4	1.925,5	1.955,2	1.932,6	1.945,4	1.891,1	Monoerfassung bis 2009 nach Angaben der DSD GmbH; Mengen aus LVP sowie Monoerfassung 2010 bis 2016 nach Angaben aller Systembetreiber
./. Alu-Verschlüsse	2,8	2,9	3,0	3,1	4,1	4,5	GVM-Schätzung nach Angaben verschiedener dualer Systeme
./. Weißblech-Verschlüsse	9,9	9,3	7,4	8,2	8,0	10,9	
= Verwertungsmenge duale Systeme	1.905,7	1.913,3	1.944,9	1.921,4	1.933,3	1.875,7	
+ Verwertung Sonstige Rückführungswege	190,8	202,0	252,3	282,2	104,9	229,4	Branchenlösungen, Eigenrücknahme (bis 2014), Bepfandete Einweg-Getränkeflaschen
+ Verwertung Gewerbeglas	264,0	261,4	248,8	241,9	253,8	296,7	siehe Text
= Verwertung insgesamt	2.360,5	2.376,6	2.446,0	2.445,5	2.292,0	2.401,8	

Verwertungsmenge dualer Systeme

Die Bestimmung der Verwertungsmenge aus der haushaltsnahen Glassammlung orientiert sich an den Angaben aller dualen Systeme (eigene Erhebung).

Die Menge ist im Vergleich zum Vorjahr fast konstant geblieben.

Das statistische Bundesamt weist für 2016 eine Menge von 1.879 kt Verkaufsverpackungen aus Glas aus, die aus der haushaltsnahen Sammlung abgegeben werden.¹³ Diese Zahl ist mit den hier dokumentierten Mengen sehr gut vereinbar.

13 Statistisches Bundesamt (2018)

Verschlüsse

Aluminium- und Weißblechverschlüsse, die aus der Glasaufbereitung in die Metallverwertung gelangen, werden zum Abzug gebracht.

Die Angaben zu Weißblech und Aluminium beruhen auf Daten aus Mengenstromnachweisen.

Gewerbeglas

Die Verwertungsmengen aus Gewerbe folgten bis 2006 im Wesentlichen den Angaben von GGA Ravensburg (2006: 612,7 kt).

Für 2016 geht die GVM-Schätzung von 636 kt aus (Vgl. Tabelle 4-10). Das statistische Bundesamt weist eine Erfassung von Gewerbeglas in Höhe von 110 kt aus (vgl. Tabelle 4-12). Dieses Ergebnis ist nicht nachvollziehbar.

Die im Gewerbe anfallende Altglasmenge setzt sich zum weit überwiegenden Teil aus Mehrwegflaschen zusammen, die von Abfüllbetrieben aussortiert wurden (interne Verluste).

Es ist aber sicher, dass in den Altglasmengen aus Gewerbe auch Glas aus anderen Quellen enthalten ist. Daher waren verschiedene Korrekturen vorzunehmen, die in Tabelle 4-10 wiedergegeben sind und nachfolgend erläutert werden.

Tabelle 4-10: Korrektur Glas aus Gewerbe

Angaben in kt			2012	2013	2014	2015	2016
Erfassung Gewerbeglas (geschätzt)			623,1	643,4	672,2	495,9	635,7
./.	a.	Altglas aus Branchenlösungen, Eigenrücknahme und bepfandete Einweg-Flaschen	202,0	252,3	282,2	104,9	229,4
./.	b.	Flachglas / Sonstiges Hohlglas	9,9	8,0	8,3	5,8	8,3
./.	c.	Bruchglas und Ausschuss aus der Einwegabfüllung	6,0	5,9	5,9	5,7	6,0
./.	d.	Reste aus der Aufbereitung	17,3	15,6	15,5	15,6	15,1
./.	e.	Importe	126,5	112,8	118,4	110,2	80,2
= anrechenbare Verwertung Gewerbeglas			261,4	248,8	241,9	253,8	296,7

a) Altglas aus Branchenlösungen etc.

Altglas aus Branchenlösungen und aus der Rücknahme bepfandeter Einweg-Flaschen wurde bereits an anderer Stelle berücksichtigt (Verwertung Sonstige Rückführungswege). Diese Mengen wurden daher vom Gewerbeglas zum Abzug gebracht. Altglas aus der Eigenrücknahme war ab 2015 nicht mehr zu berücksichtigen.

b) Flachglas / Sonstiges Hohlglas

Neben Glas aus Verpackungsanwendungen könnten im Gewerbeglas auch Mengen enthalten sein, die aus Produktionsabfällen in der Flachglas- und Haushaltsglasverarbeitung stammen. Es ist bekannt, dass die deutsche Behälterglasindustrie auch Flachglas verarbeitet. Daher wurde eine Korrektur durchgeführt (2 % der Gewerbeglasmenge ohne Importe).

c) Bruchglas und Ausschuss aus der Einwegabfüllung

Bruchglas darf in den Verwertungsmengen nicht berücksichtigt werden, da es sich nicht um Abfälle aus befüllt in Verkehr gebrachten Verpackungen handelt. Artikel 3 Nr. 2 Abs. 1 der Kommissionsentscheidung sieht vor, dass lediglich solche Mengen zu berücksichtigen sind, die aus in Verkehr gebrachten Verpackungen stammen. Soweit Produktionsabfälle aus der Verpackungsherstellung verwertet werden, sind sie nicht zu berücksichtigen. Die Bedeutung von Bruchglas bzw. Ausschuss aus der Einwegabfüllung kann nicht genau quantifiziert werden. Realistisch ist, dass aus der Einwegabfüllung etwa 0,2 % des deutschen Behälterglaseinsatzes (in 2016 2.917 kt, vgl. hierzu Tabelle 2-4) als Bruchglas wiederverwertet werden.

d) Reste aus der Aufbereitung

Aus den abgesiebten und aussortierten Bestandteilen der haushaltsnahen Sammlung werden von den Glasaufbereitern durch Vermahlung und Nachsortierung verwertbare Fraktionen zurückgewonnen, die den Glashütten als „freie“ Mengen angedient werden und daher im Gewerbeglas enthalten sind.

Diese Mengen wurden in der zur Verwertung erfassten Menge aus der haushaltsnahen Sammlung bereits berücksichtigt und sind daher beim Gewerbeglas zum Abzug zu bringen. GVM orientiert sich hierbei an der Erfassungsmenge nach DSD-Angaben.

e) Importe

Importe von Altglas müssen von den Erfassungsmengen aus Gewerbe zum Abzug gebracht werden, weil sie nicht aus inländisch in Verkehr gebrachten Verpackungen stammen.

Für 2016 wurden 80 kt (2015: 110 kt) Glasimporte zum Abzug gebracht. Dabei handelt es sich nur um die Importe, die in den Gewerbeglas-mengen sehr wahrscheinlich enthalten sind. Die Vorgehensweise ist wie folgt zu begründen:

- ▶ Einzelne große Aufbereiter importieren nachweislich Altglas in der Größenordnung von mehreren zehntausend Tonnen.
- ▶ Die Altglaserhebung nach Umweltstatistikgesetz dokumentierte für das Bezugsjahr 2004 89 kt als Direktimporte der Altglas einsetzenden Betriebe (aktuellere Daten liegen nicht vor). Die indirekten Importe der Aufbereiter sind darin noch nicht enthalten.

Im Ergebnis schätzt GVM die Menge auf 297 kt für Altglas aus Verpackungsanwendungen, die in 2016 aus Abfüllbetrieben einer Verwertung zugeführt wurden.

Dies entspricht einer Verwertungsquote von 97 % der gewerblich anfallenden Scherben (Mehrweg u. großgewerblich anfallendes Einwegglas). Weitere Mehrwegverluste fallen im Handel oder beim Endverbraucher an. Diese externen Verluste stehen für das Gewerbeglasrecycling nicht zur Verfügung. Sie werden im Regelfall dem Restmüll oder der haushaltsnahen Glassammlung zugeführt. Im letzteren Falle sind diese Mengen in den Verwertungsmengen nach Angaben der dualen Systeme enthalten.

Tabelle 4-11: Vergleichsmengen Glasverpackungen aus dem Gewerbebereich

in kt	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Verluste Mehrwegglas (nach GVM) / ab 2010 Zukauf Mehrwegglas (nach GVM)	304,2	304,0	313,8	320,3	306,4	345,3
Verwertungsmengen Glas aus Gewerbe (nach GVM) (1)	264,0	261,4	248,8	241,9	253,8	296,7
Verwertungsmenge Glas aus Gewerbe in % der Verluste	86,8	86,0	79,3	75,5	82,8	85,9

Um die Angaben zur Verwertung von Verpackungen aus gewerblichen Anfallstellen zu validieren, hat GVM die Ergebnisse der Statistischen Landesämter zur Sammlung von Transport-, Um- und Verkaufsverpackungen bei gewerblichen und industriellen Endverbrauchern zu Vergleichszwecken herangezogen¹⁴. Die Ergebnisse für den Packstoff Glas sind in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben.

Tabelle 4-12: Ergebnisse des Statistischen Bundesamtes – Verpackungen aus Glas

Jahr	Eingesammelte Menge (kt) nach Umweltstatistik	zum Vergleich: Angaben der GGA (kt) und Korrektur GVM	
		GGA	GVM
2006	115,9	612,7	340,6
2010	103,2	k.A.	255,2
2011	60,2	k.A.	264,0
2012	81,0	k.A.	261,4
2013	113,2	k.A.	248,8
2014	114,9	k.A.	241,9
2015	101,8	k.A.	253,8
2016	110,2	k.A.	296,7

Für die großen Diskrepanzen zwischen beiden Quellen gibt es drei wesentliche Ursachen:

- ▶ Die Stoffströme vom Mehrwegabfüller zum Aufbereiter und insbesondere direkt zur Behälterglasindustrie wurden von der Erhebung des Statistischen Bundesamtes überwiegend nicht erfasst.
- ▶ Die berichtspflichtigen Einsammler haben alle Glasmengen pauschal der haushaltsnahen Erfassung zugeordnet.

¹⁴ Vgl. hierzu ausführlicher Kapitel 4.4.1 Erhebungen nach Umweltstatistikgesetz

- ▶ In der Erfassung aus Gewerbe sind erheblich höhere Anteile von importierten Scherben enthalten als in der Vergangenheit angenommen wurde (vgl. hierzu die Ausführungen oben).

Exporte / Importe

Für die Bestimmung der Exporte und Importe von Altglas orientiert sich GVM an den Angaben der Außenhandelsstatistik.

Die Ergebnisse der Erhebungen nach dem Umweltstatistikgesetz weisen Altglasexporte in Höhe von 28 kt aus. Aus systematischen Gründen können die Exporte aufbereiteter Scherben in der Erhebung allerdings nicht korrekt erfasst werden.

Nachfolgende Tabelle 4-13 stellt die Angaben über Altglasexporte und -importe nach den verschiedenen Quellen systematisch gegenüber.

Auch die Höhe der Modifikationen durch GVM wird darin dokumentiert. Es wurde ein Anteil von 4 % zum Abzug gebracht, da in den Exporten und Importen auch Glas enthalten ist, das nicht aus gebrauchten Verpackungen stammt (z.B. Flachglas vgl. oben).

Die Exporte von Altglas sind auf lange Sicht rückläufig. Das ist Ausdruck der Tatsache, dass das inländische Altglasaufkommen in Höhe und Farbenstruktur (Weiß-, Grün-, Braun-, Bunt-, Mischglas) immer besser in der inländischen Behälterglasproduktion untergebracht werden kann. Auch die technischen Fortschritte in der Scherbensortierung und -aufbereitung tragen dazu bei.

Tabelle 4-13: Importe und Exporte von Altglas

IMPORTE						
	Aussenhandelsstatistik				GGA	Umweltstatistik
	Altglasimporte nach Bstat	Korrektur GVM (1)	Abzug Flachglas / Bruchglas	Importe nach Korrektur	Importe Behälterglasindustrie	Direktimporte Glasindustrie
	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2000	151,1	+ 0,0	- 7,6	143,6	-	65,0
2004	221,7	+ 22,2	- 9,8	234,2	-	89,0
2005	192,5	+ 0,0	- 7,7	184,8	-	k.A.
2010	362,2	+ 0,0	- 14,5	347,7	-	k.A.
2015	510,0	+ 0,0	- 20,4	489,6	-	k.A.
2016	536,4	+ 0,0	- 21,5	514,9	-	k.A.
EXPORTE						
	Aussenhandelsstatistik				GGA	Umweltstatistik
	Altglasexporte nach Bstat	Korrektur GVM (1)	Abzug Flachglas / Bruchglas	Exporte nach Korrektur	Exporte Behälterglasindustrie	Altglasexporte duale Systeme, Branchenlösungen
	kt	kt	kt	kt	kt	kt
2000	331,9	-	- 16,6	315,3	356,2	k.A.
2004	313,7	-	- 12,5	301,2	179,2	k.A.
2005	360,9	-	- 14,4	346,4	248,5	k.A.
2006	321,4	-	- 12,9	308,5	182,7	k.A.
2010	373,9	-	- 15,0	359,0	k.A.	46,5
2015	132,5	-	- 5,3	127,2	k.A.	45,3
2016	136,3	-	- 5,5	130,8	k.A.	45,3

(1) u.a. auf der Basis von Eurostat Spiegelstatistiken

Verwertungswege

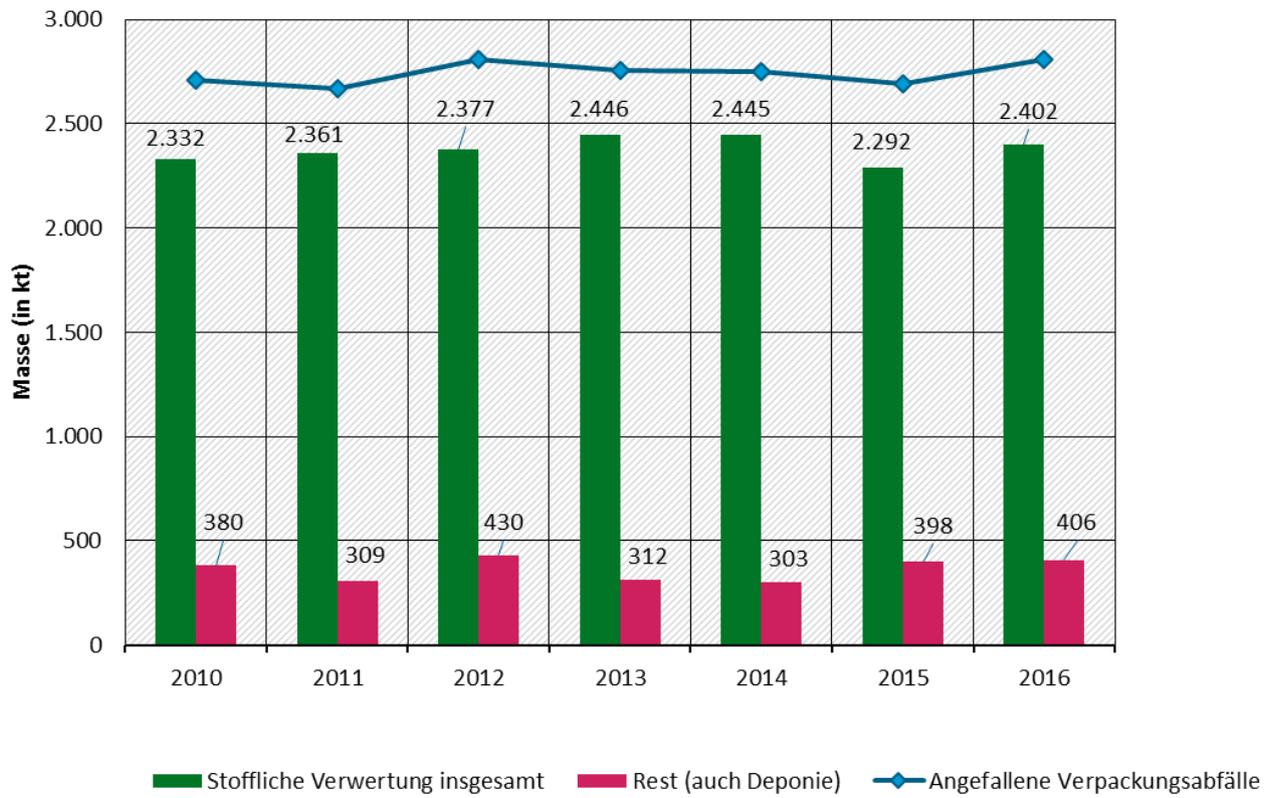
Altglas aus gebrauchten Verpackungen wird ausschließlich werkstofflich verwertet.

Die nachfolgenden Tabelle 4-14 und Tabelle 4-15 geben die Verwertungsmengen und Verwertungsquoten in der Übersicht wieder.

Tabelle 4-14: Glas aus gebrauchten Verpackungen – Verwertungsmengen

alle Angaben in kt		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	2.669,7	2.807,1	2.758,0	2.748,3	2.690,2	2.808,1
(b)	Werkstoffliche Verwertung	2.360,5	2.376,6	2.446,0	2.445,5	2.292,0	2.401,8
	Inland	1.995,9	2.122,5	2.229,7	2.299,3	2.164,8	2.271,0
	Ausland	364,6	254,1	216,3	146,2	127,2	130,8
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	2.360,5	2.376,6	2.446,0	2.445,5	2.292,0	2.401,8
	Inland	1.995,9	2.122,5	2.229,7	2.299,3	2.164,8	2.271,0
	Ausland	364,6	254,1	216,3	146,2	127,2	130,8
(e)	Energetische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	2.360,5	2.376,6	2.446,0	2.445,5	2.292,0	2.401,8
	Inland	1.995,9	2.122,5	2.229,7	2.299,3	2.164,8	2.271,0
	Ausland	364,6	254,1	216,3	146,2	127,2	130,8
(i)	Abfallmitverbrennung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	2.360,5	2.376,6	2.446,0	2.445,5	2.292,0	2.401,8
	Inland	1.995,9	2.122,5	2.229,7	2.299,3	2.164,8	2.271,0
	Ausland	364,6	254,1	216,3	146,2	127,2	130,8
(l)	Rest (auch Deponie)	309,2	430,5	312,1	302,8	398,2	406,3
	Inland	309,2	430,5	312,1	302,8	398,2	406,3
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Abbildung 4-2: Entsorgungswege von Glasverpackungen



GVM, 2018

Tabelle 4-15: Glas aus gebrauchten Verpackungen – Verwertungsquoten

alle Angaben in %		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
(b)	Werkstoffliche Verwertung	88,4	84,7	88,7	89,0	85,2	85,5
	Inland	74,8	75,6	80,8	83,7	80,5	80,9
	Ausland	13,7	9,1	7,8	5,3	4,7	4,7
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	88,4	84,7	88,7	89,0	85,2	85,5
	Inland	74,8	75,6	80,8	83,7	80,5	80,9
	Ausland	13,7	9,1	7,8	5,3	4,7	4,7
(e)	Energetische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	88,4	84,7	88,7	89,0	85,2	85,5
	Inland	74,8	75,6	80,8	83,7	80,5	80,9
	Ausland	13,7	9,1	7,8	5,3	4,7	4,7
(i)	Abfallmitverbrennung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	88,4	84,7	88,7	89,0	85,2	85,5
	Inland	74,8	75,6	80,8	83,7	80,5	80,9
	Ausland	13,7	9,1	7,8	5,3	4,7	4,7
(l)	Rest (auch Deponie)	11,6	15,3	11,3	11,0	14,8	14,5
	Inland	11,6	15,3	11,3	11,0	14,8	14,5
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

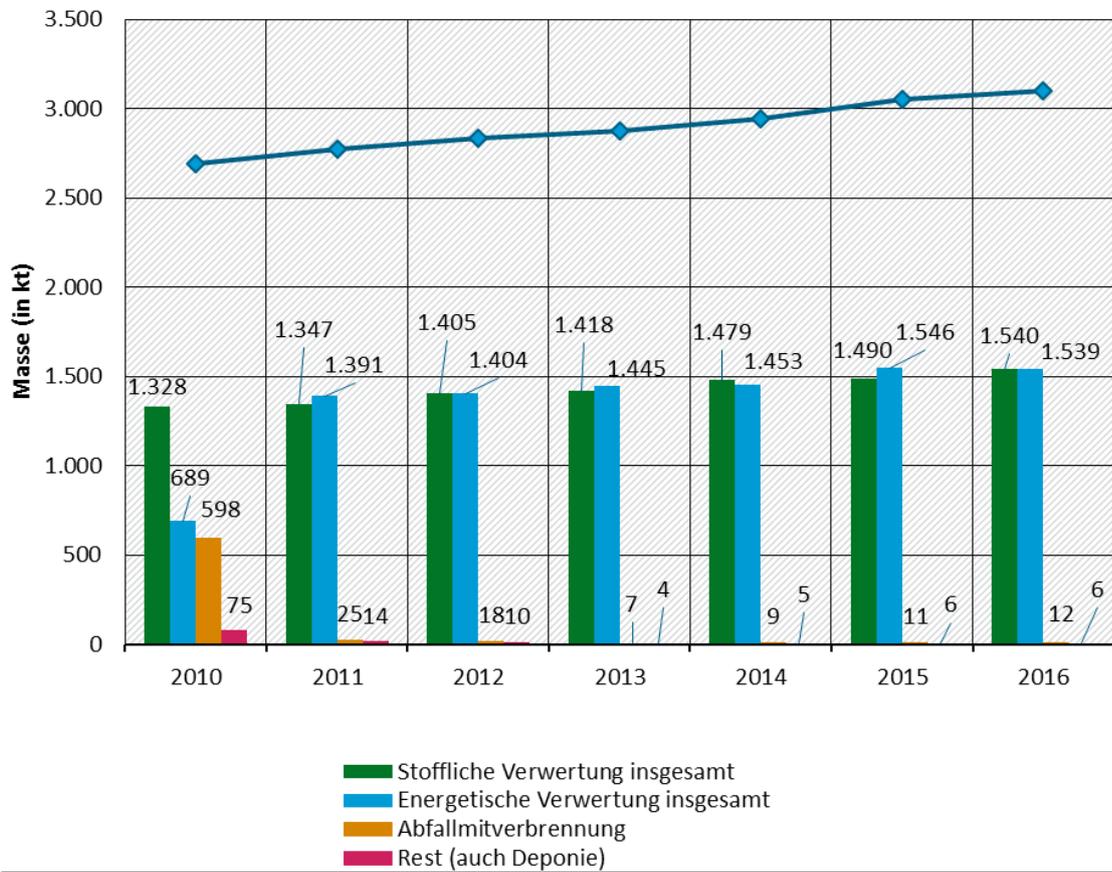
4.6 Verpackungen aus Kunststoff

Nachfolgende Tabelle zeigt die zugrunde gelegten Verwertungsmengen für Kunststoffverpackungen.

Tabelle 4-16: Verwertungsmengen Kunststoffverpackungen (ohne energetische Verwertung über den Restmüllpfad)

in kt	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Erläuterung/Datenquelle
Duale Systeme	1.028,4	1.075,7	1.085,5	1.168,3	1.217,1	1.178,0	nach Angaben aller dualen Systeme
Branchenlösungen, Sonstige Rücknahmesysteme, Eigenrücknahme	270,0	252,7	328,9	337,1	220,0	270,8	Branchenlösungen der dualen Systeme, Sonstige Branchenlösungen (z.B. GVÖ, Partslife); Rückführung über gewerbliche Sammelsysteme (z.B. Interseroh), Eigenrücknahme von Kunststoffverpackungen nach Angaben der dualen Systeme (bis 2014)
Korrektur wegen Überschneidung mit Aluminium-Verwertung	15,7	15,7	14,1	15,2	14,8	14,5	geschätzte Menge von aluhaltigen Verbunden auf Kunststoffbasis, die mit der Alu-Fraktion einer Verwertung zugeführt werden; stoffliche Verwertung im Inland
Verwertung von Mehrweg-Verpackungen (Verschlüsse, Kästen, Flaschen etc.)	151,1	147,0	158,4	170,1	195,7	203,1	Schätzung auf Basis der Zukäufe, Rücklauf- und Verlustquoten sowie auf der Basis der Angaben von Mehrwegabfüllern (z.B. Gerolsteiner)
Verwertung von bepfandeten Kunststoff-Einweg-Flaschen	486,1	495,0	434,8	427,0	410,7	408,8	Petcycle, franz. Mineralwasserhersteller, ISD, Lekkerland, Zentek, LEH (zum erheblichen Teil geschätzt)
Mengen aus der Direktentsorgung des Handels und großgewerblicher Anfallstellen	152,9	161,8	198,4	201,0	273,9	301,8	Hochrechnung auf der Basis von Angaben einzelner Handelshäuser; Mengen, die über o.g. Rücknahmesysteme abgewickelt werden, sind hier nicht berücksichtigt.
Insgesamt	2.104,2	2.148,0	2.220,1	2.318,8	2.332,2	2.377,1	

Abbildung 4-3: Entsorgungswege Kunststoffverpackungen (inkl. energetischer Verwertung über den Restmüllpfad)



GVM, 2018

Menge aus der haushaltsnahen LVP-Sammlung

Nach GVM-Erhebung wurden 2016 von den dualen Systemen und Branchenlösungen 1.184 kt Alt-kunststoffe aus Verpackungen einer Verwertung zugeführt (einschl. Verbunde auf Kunststoffbasis). Davon entfallen 1.178 kt auf duale Systeme.

Das statistische Bundesamt weist in den Ergebnissen der Erhebung bei Systembetreibern und Branchenlösungen einen Sortieranlagenoutput von 1.210 kt Kunststoff aus¹⁵. Hier sind auch solche Rücknahmesysteme enthalten, die nicht den Branchenlösungen nach § 6 Abs. 2 VerpackV zuzurechnen sind.

Branchenlösungen, Sonstige Rücknahmesysteme

Unter dieser Rubrik sind folgende Teilmengen enthalten:

15 Vgl. Statistisches Bundesamt (2017)

- ▶ Verwertung von Verkaufsverpackungen aus Anfallstellen des privaten Endverbrauchs durch Branchenlösungen (z.B. GVÖ, Partslife)
- ▶ Eigenrücknahme von Verkaufsverpackungen aus Anfallstellen des privaten Endverbrauchs nach § 6 Abs. 1 Satz 5 VerpackV (bis 2014).
- ▶ Verwertung von Verpackungen aus sonstigen Anfallstellen durch gewerbliche Rücknahmesysteme (z.B. Interseroh, RIGK, GVÖ, Partslife) – nach Angaben der Betreiber.

Verwertung von Mehrwegverpackungen

Hier sind Mehrwegverpackungen berücksichtigt, die als interne Verluste von den Abfüllern bzw. Pool-systemen einer Verwertung zugeführt werden. Da diese Packmittel i.d.R. in hoher Sortenreinheit beim Abfüller anfallen, werden sie normalerweise werkstofflichen Verwertungswegen zugeführt.

Die Verwertungsmenge wurde von GVM auf folgender Basis geschätzt:

- ▶ Verwertungsmengen und/oder Rücklaufquoten bedeutender Mehrwegabfüller.
- ▶ Zukäufe von Mehrwegverpackungen aus Kunststoff nach Befragungen.
- ▶ Zukäufe zum Zwecke der Bestandserweiterung.
- ▶ Entwicklung der Rücklauf- bzw. der internen Verlustquoten.

Bepfandete Kunststoff-Einwegflaschen

Die Verwertung von bepfundeten Kunststoff-Einwegflaschen (ohne Verschlüsse) machte in 2016 409 kt aus.

In dieser Rubrik sind enthalten:

- ▶ Kästen- und pfandgestützte Rückführung der französischen Mineralbrunnen (Rücklaufquote in Masseprozent: 97 %).
- ▶ Kästen- und pfandgestützte Rückführung von PETCYCLE-Flaschen (Rücklaufquote in Masseprozent: 99 %).
- ▶ Pfandgestützte Rückführung von bepfundeten Einweg-Getränkeflaschen im Rahmen des DPG-Systems durch den LEH bzw. durch beauftragte Dritte des LEH (Rücklaufquote in Masseprozent: 96 %).

Die von GVM für die genannten Marktsegmente zum Ansatz gebrachten Rücklaufquoten sind in Klammern genannt und werden nachfolgend erläutert.

Hinsichtlich der für das PETCYCLE-System genannten Rücklaufquote ist folgendes zu beachten: Der Rücklauf von PETCYCLE-Flaschen über das DPG-System in Höhe von ca. 2 %-Punkten ist in der Rücklaufquote von 99 % mitberücksichtigt.

In der Ökobilanz des IFEU im Auftrag des Industrieverbands Kunststoffverpackungen (IK) wird je nach Gebindetyp von Rücklaufquoten zwischen 94 % und 99 % ausgegangen.¹⁶

GVM hält Rücklaufquoten von 99 % (in Masseprozent, bezogen auf Flasche und Verschluss) für die nicht kastengestützte Rückführung über das DPG-System für unrealistisch hoch.¹⁷

Direktentsorgung des Handels und großgewerblicher Anfallstellen

Für die Entsorgung der Transportverpackungen (v.a. Kunststofffolien und Kartonagen), die im Handel oder in der Industrie anfallen, gibt es verschiedene organisatorische Lösungen, die in der Regel kombiniert werden:

- ▶ die Entsorgung wird von einem Unternehmen geregelt, das sich auf die Organisation von Entsorgungsdienstleistungen spezialisiert hat (z.B. Interseroh, RIGK),
- ▶ die anfallenden Mengen werden von der Anfallstelle dezentral vermarktet (z.B. durch den Lebensmitteleinzelhandel),
- ▶ die anfallenden Mengen werden an die Vorvertreiber zurückgegeben,
- ▶ die anfallenden Mengen werden im Rahmen bilateraler Entsorgungsverträge von den Entsorgungsunternehmen entsorgt.

Auf der Basis der Schätzungen von Consultic und den Angaben einzelner großer Handelshäuser kann die in Rede stehende Größenordnung beziffert werden. Im Ergebnis ist es realistisch, dass über bilaterale Entsorgungsverträge in 2016 eine Menge von 302 kt einer (vorwiegend) stofflichen Verwertung zugeführt wurde. Dabei handelt es sich überwiegend um Folien. Die Menge stieg 2016 gegenüber dem Vorjahr erneut an.

Im Ergebnis bedeutet dies, dass zusammen mit den Mengen aus den sonstigen Rücknahmesystemen etwa die Hälfte der in Handel und Großgewerbe anfallenden Folien einer (vorwiegend) stofflichen Verwertung zugeführt wird.

Um die Angaben zur Verwertung von Transportverpackungen weiter zu erhärten, hat GVM die Ergebnisse des Statistischen Bundesamtes zur Einsammlung von Verkaufs-, Transport- und Umverpackungen zu Vergleichszwecken herangezogen¹⁸ (vgl. Tabelle 4-17).

16 Vgl. IFEU (2010)

17 Vgl. hierzu auch GVM (2016a) „Aufkommen und Verwertung von PET-Getränkeflaschen in Deutschland 2015“, Mainz, September 2016

18 Vgl. hierzu ausführlicher Kapitel 4.4.1 Erhebungen nach Umweltstatistikgesetz

Tabelle 4-17: Ergebnisse der Erhebung TUV – Kunststoffverpackungen

Jahr	Eingesammelte Menge (kt)	Quelle / Bemerkung
2009	266,6	Statistisches Bundesamt, Erhebung über die Einsammlung und Verwertung von Verpackungen, Ergebnisberichte 2007 - 2010
2010	303,6	
2011	292,4	
2012	299,1	
2013	410,1	Statistisches Bundesamt, Einsammlung und Rücknahme von Verpackungen, Ergebnisberichte 2011 bis 2015
2014	319,6	
2015	336,4	
2016	349,4	Statistisches Bundesamt, Ergebnistabellen 2016

Nach den Ergebnissen dieser Erhebungen betrug 2016 die Sammelmenge von Kunststoffverpackungen aus gewerblichen Anfallstellen 349 kt. In der Statistik werden damit 13 kt mehr ausgewiesen als noch für das Bezugsjahr 2015.

GVM geht davon aus, dass die Erhebung die tatsächlich erfassten Kunststoffmengen systematisch unterschätzt hat und zwar aus folgenden Gründen:

- ▶ Für alle Materialgruppen liegen die Ergebnisse erheblich unter den in dieser Studie wiedergegebenen Mengen aus gewerblichen Anwendungen.
- ▶ Der Berichtskreis ist heterogen und es erfolgt kein Vergleich mit den Angaben von Systemträgern und Verbänden.
- ▶ Der Erhebungsbogen weist darauf hin, dass „solche Verpackungsmaterialien nicht einbezogen [werden], die ohne stoffliche Verwertung wieder verwendet werden (Mehrwegsysteme)“. Es ist möglich, dass dies von den berichtspflichtigen Entsorgungsunternehmen dahingehend interpretiert wurde, dass Sammelmengen aus ausgesonderten Mehrwegverpackungen nicht berücksichtigt werden sollen.

Gleichwohl gibt die Erhebung den sehr wichtigen Hinweis, dass aus gewerblichem Endverbrauch eine Erfassungsmenge von 349 kt nachweisbar ist, darunter sicher auch ein Teil aus der Sammlung von bepfandeten Einweg-Getränkeverpackungen.

Zum Vergleich:

- ▶ In der vorliegenden Studie wurde die Verwertungsmenge von Kunststoffverpackungen aus gewerblichen Anfallstellen (ohne Branchenlösungen, ohne bepfandete Einwegverpackungen) auf 776 kt beziffert (=302 kt Direktentsorgung Handel + 203 kt Verwertung Mehrweg + 271 kt Sonstige Rücknahmesysteme und Gewerbeabfälle).
- ▶ Rechnet man die bepfandeten Einweg-Getränkeverpackungen hinzu, die zwar haushaltsnah entleert aber aus gewerblichen Anfallstellen (Handel, Abfüller, Zählzentren, etc.) der Verwertung zugeführt werden, so beträgt die Verwertungsmenge von Kunststoffverpackungen aus Gewerbebetrieben 1.185 kt.

Verwertungswege

Zur Abgrenzung der verschiedenen Verwertungswege ist auf Kap. 4.1 zu verweisen.

Die nachfolgende Tabelle 4-18 gibt wieder, wie sich die Verwertungsmengen auf die verschiedenen Wege verteilen.

Soweit eine Mengenstrompflicht besteht, ist die werkstoffliche Verwertung in Mengenstromnachweisen dokumentiert.

Zu anderen Formen der stofflichen Verwertung von Kunststoffverpackungen (v.a. rohstoffliche Verwertung) aus dualen Systemen und Branchenlösungen weist das statistische Bundesamt für 2016 5,2 kt mehr aus (für 2015 wurden keine Werte ausgewiesen).

Die Befragungsergebnisse zeigen, dass die rohstoffliche Verwertung an Bedeutung verloren hat: 42 kt in 2016 gegenüber 87 kt noch in 2014.

Über die Verwertungswege der Mengen,

- ▶ die nicht einer werkstofflichen Verwertung zugeführt werden bzw.
- ▶ nicht in Mengenstromnachweisen dokumentiert werden,

wurden ergänzende qualitative Befragungen durchgeführt.

Abgesehen von den in Mengenstrombilanzen der dualen Systeme und Branchenlösungen dokumentierten Teilmengen beruht die Aufgliederung der Verwertungsmengen nach Verwertungswegen daher zum erheblichen Teil auf Schätzungen.

Die energetische Verwertung von Kunststoffverpackungen aus separaten Sammlungen war in 2016 gegenüber dem Vorjahr fast unverändert: 845 kt. Der Anteil der energetischen Verwertung (aus getrennten Sammlungen) lag 2003 noch bei 4 %, 2016 macht er 36 % aus (2015: 36 %). Treiber diese Entwicklung waren die dualen Systeme und Branchenlösungen, die gleichwohl die Quotenvorgaben der VerpackV (36 % werkstoffliche Verwertung bezogen auf die lizenzierte Menge) einhalten. Die Quotenvorgaben der VerpackV sind in diesem Punkt seit Jahren nicht mehr anspruchsvoll genug. Mit dem Verpackungsgesetz wird sich dies ab 2019 ändern.

Die Mitverbrennung von Restmüll in Siedlungsabfall-Verbrennungsanlagen ist in den vorstehend genannten Zahlen noch nicht berücksichtigt. Seit dem Bezugsjahr 2011 wird die Mitverbrennung in Anlagen, die das Energieeffizienzkriterium erfüllen, als energetische Verwertung ausgewiesen (siehe ausführlicher auf den nachfolgenden Seiten).

Tabelle 4-18: Verwertungswege von Abfällen aus gebrauchten Kunststoffverpackungen (ohne energetische Verwertung über Restmüllpfad) – Schätzung (2016)

in kt	einer Verwertung zugeführte Menge				
	Insgesamt	Inland			Ausland (werkstoffliche Verwertung)
		Werkstoffliche Verwertung von Materialien	Andere Formen der stofflichen Verwertung	Energetische Verwertung	
Duale Systeme	1.178,0	311,8	31,1	710,7	124,5
Branchenlösungen, Sonstige Rücknahmesysteme, Eigenrücknahme	270,8	204,8	10,0	40,2	15,8
Korrektur wegen Überschneidung mit Aluminium-Verwertung	14,5	14,5	-	0,0	-
Verwertung von Mehrweg-Verpackungen (Verschlüsse, Kästen, Flaschen etc.)	203,1	118,6	-	42,5	42,0
Verwertung von bepfandeten Kunststoff-Einweg-Flaschen	408,8	331,2	-	11,4	66,2
Mengen aus der Direktentsorgung des Handels und großgewerblicher Anfallstellen	301,8	181,9	1,0	39,9	79,0
Insgesamt	2.377,1	1.162,8	42,1	844,8	327,5

Die Gesamtmengen aus internen Verlusten von Mehrweggebinden und aus der Direktentsorgung der Anfallstellen Industrie und Handel wurden in dieser Studie nur geschätzt. Aus folgenden Gründen kann davon ausgegangen werden, dass die werkstoffliche Verwertung den wichtigsten Verwertungsweg darstellt:

- **Sortenreinheit:** Bei Mehrweg können aus Verschlüssen PP-Chargen und PE-HD-Chargen, aus Kästen PE-HD-Chargen und aus Flaschen PET-Chargen gewonnen werden, deren Sortenreinheit sehr hoch ist. Die Bündelungs- und Sicherungsfolien, die im Handel anfallen, bestehen fast ausschließlich aus PE-LD.

- ▶ **Farbreinheit:** Farbige und transparente Ware werden bei der Mehrwegrückführung nicht vermisch. Bei Transportfolien werden überwiegend unbedruckte und ungefärbte Folien eingesetzt. Einige Handelsketten (z.B. Aldi) schreiben ihren Lieferanten den Einsatz ungefärbter Folien vor.
- ▶ **Geringe Produktanhaftungen:** Im Vergleich zur haushaltsnahen Sammlung fallen die Kunststoffverpackungen ohne Produktanhaftungen an. Ausnahmen sind bestimmte Mehrweganwendungen von Großgebinden: Eimer, Fässer, Kanister, Hobbocks z.B. für pastöse oder schadstoffhaltige Füllgüter.
- ▶ Der Markt für Altkunststoffe ist durch große Überkapazitäten in der stofflichen Verwertung gekennzeichnet.

Andererseits können Kunststoffe aus grüner Kastenware oder aus blauen Fässern in den Fraktionen für die Sekundärbrennstoffindustrie leicht identifiziert werden.

Importe / Exporte

Über Importe im Ausland angefallener und im Inland verwerteter Abfälle aus Kunststoffverpackungen liegen keine Angaben vor. GVM geht davon aus, dass Importe nur geringe Bedeutung haben. Soweit die Bundesstatistik Importe von Kunststoffabfällen dokumentiert, handelt es sich dabei mit Sicherheit zum weit überwiegenden Teil um Produktionsabfälle, die hier nicht zu berücksichtigen sind.

Das statistische Bundesamt weist einen Export von 127 kt aus dem Sortieroutput von dualen Systemen und Branchenlösungen aus. Dies entspricht in der Größenordnung den in Tabelle 4-18 für die dualen Systeme wiedergegebenen Exporte (125 kt).

Die Verwertung im Ausland wurde für das Bezugsjahr vollständig dem werkstofflichen Verwertungsweg zugeordnet. Jedenfalls wurden gegenüber GVM fast ausschließlich Mengen zur werkstofflichen Verwertung im Ausland dokumentiert.

Verwertungswege und Verwertungsquoten in der Übersicht

Die Ergebnisse werden nachfolgend zusammenfassend wiedergegeben.

In Tabelle 4-18 wurde bereits die energetische Verwertung von separat gesammelten Kunststoffverpackungen ausgewiesen.

Hinzu kommt die energetische Verwertung von Kunststoffverpackungen, die

- ▶ in MVAs verbrannt werden, welche das R1-Kriterium des Kreislaufwirtschaftsgesetzes erfüllen,
- ▶ in MBAs zu Sekundärbrennstoffen verarbeitet werden.

Zum rechtlichen Hintergrund und zur Berechnungsmethodik wird auf die Erläuterungen in Kapitel 4.3 verwiesen.

Kunststoffverpackungen, die in Verbrennungsanlagen mit R1-Status verbrannt werden, werden dabei zu 100 % als energetisch verwertet angesehen. Das ist auch für Kunststoffverbunde mit Aluminiumanteil (z.B. PET/Alu/PE) realistisch: Der hochkalorische Aluminiumanteil oxidiert in der Anlage vollständig.

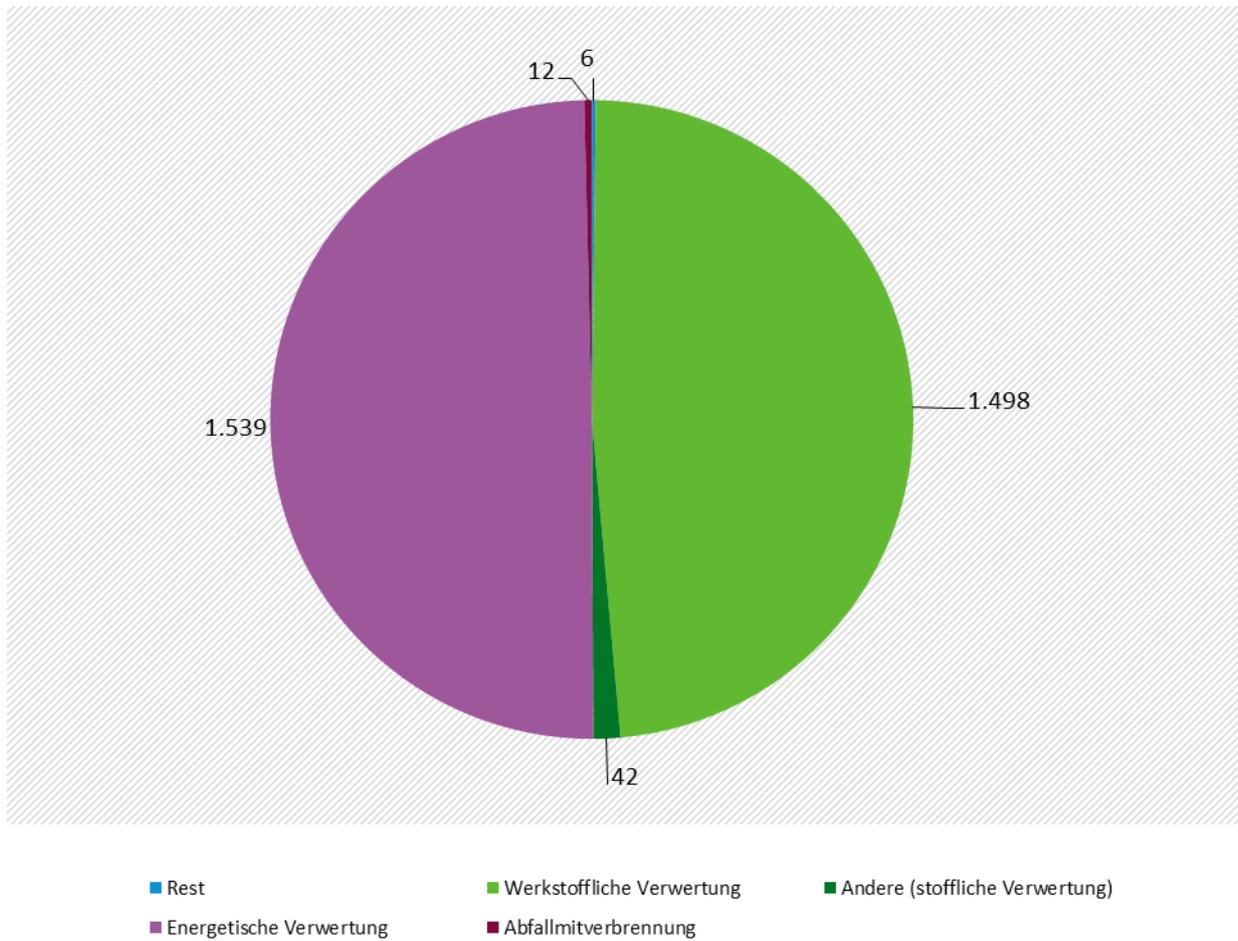
Tabelle 4-19: Kunststoffverpackungen – Verwertungswege

alle Angaben in kt		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	2.775,8	2.836,7	2.873,3	2.945,6	3.052,2	3.097,7
(b)	Werkstoffliche Verwertung	1.285,9	1.333,4	1.345,7	1.392,0	1.445,7	1.498,3
	Inland	961,7	974,8	1.004,0	1.063,5	1.219,0	1.170,8
	Ausland	324,2	358,6	341,7	328,5	226,7	327,5
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	60,8	71,5	72,3	87,0	44,3	42,0
	Inland	60,8	71,5	72,3	87,0	44,3	42,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	1.346,7	1.404,9	1.418,0	1.479,0	1.490,0	1.540,3
	Inland	1.022,5	1.046,3	1.076,3	1.150,5	1.263,3	1.212,9
	Ausland	324,2	358,6	341,7	328,5	226,7	327,5
(e)	Energetische Verwertung	757,4	743,0	802,1	839,8	842,2	829,8
	Inland	757,4	743,0	802,1	839,8	842,2	829,8
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	633,3	660,6	643,0	612,7	703,7	709,4
	Inland	633,3	660,6	643,0	612,7	703,7	709,4
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	1.390,7	1.403,6	1.445,1	1.452,5	1.545,8	1.539,2
	Inland	1.390,7	1.403,6	1.445,1	1.452,5	1.545,8	1.539,2
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	2.737,4	2.808,5	2.863,1	2.931,5	3.035,8	3.079,6
	Inland	2.413,2	2.449,9	2.521,4	2.603,0	2.809,1	2.752,1
	Ausland	324,2	358,6	341,7	328,5	226,7	327,5
(i)	Abfallmitverbrennung	24,6	18,4	6,7	9,2	10,7	11,8
	Inland	24,6	18,4	6,7	9,2	10,7	11,8
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	2.762,0	2.826,9	2.869,7	2.940,7	3.046,5	3.091,4
	Inland	2.437,8	2.468,3	2.528,0	2.612,2	2.819,8	2.763,9
	Ausland	324,2	358,6	341,7	328,5	226,7	327,5
(l)	Rest (auch Deponie)	13,8	9,8	3,6	4,9	5,7	6,3
	Inland	13,8	9,8	3,6	4,9	5,7	6,3
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (f) soweit nicht als werkstoffliche Verwertung unter (b) berücksichtigt

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

Abbildung 4-4: Entsorgungswege von Verpackungsabfällen aus Kunststoff in Deutschland im Jahr 2016 (in kt)



*Zu Abfallmitverbrennung; Soweit kein R1-Status

Tabelle 4-20: Kunststoffverpackungen – Verwertungsquoten

in % der angefallenen Verpackungsabfälle		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
(b)	Werkstoffliche Verwertung	46,3	47,0	46,8	47,3	47,4	48,4
	Inland	34,6	34,4	34,9	36,1	39,9	37,8
	Ausland	11,7	12,6	11,9	11,2	7,4	10,6
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	2,2	2,5	2,5	3,0	1,5	1,4
	Inland	2,2	2,5	2,5	3,0	1,5	1,4
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	48,5	49,5	49,4	50,2	48,8	49,7
	Inland	36,8	36,9	37,5	39,1	41,4	39,2
	Ausland	11,7	12,6	11,9	11,2	7,4	10,6
(e)	Energetische Verwertung	27,3	26,2	27,9	28,5	27,6	26,8
	Inland	27,3	26,2	27,9	28,5	27,6	26,8
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	22,8	23,3	22,4	20,8	23,1	22,9
	Inland	22,8	23,3	22,4	20,8	23,1	22,9
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	50,1	49,5	50,3	49,3	50,6	49,7
	Inland	50,1	49,5	50,3	49,3	50,6	49,7
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	98,6	99,0	99,6	99,5	99,5	99,4
	Inland	86,9	86,4	87,8	88,4	92,0	88,8
	Ausland	11,7	12,6	11,9	11,2	7,4	10,6
(i)	Abfallmitverbrennung	0,9	0,6	0,2	0,3	0,4	0,4
	Inland	0,9	0,6	0,2	0,3	0,4	0,4
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	99,5	99,7	99,9	99,8	99,8	99,8
	Inland	87,8	87,0	88,0	88,7	92,4	89,2
	Ausland	11,7	12,6	11,9	11,2	7,4	10,6
(l)	Rest (auch Deponie)	0,5	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2
	Inland	0,5	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (f) soweit nicht als werkstoffliche Verwertung unter (b) berücksichtigt

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

4.7 Verpackungen aus Papier, Pappe, Karton

Nachfolgende Tabelle zeigt die zugrunde gelegten Verwertungsmengen für Verpackungen aus Papier, Pappe und Karton.

Tabelle 4-21: Verwertungsmengen Verpackungen aus Papier, Pappe und Karton (ohne energetische Verwertung über Restmüllpfad)

in kt	2014	2015	2016	Datenquelle / Erläuterungen
PPK aus Monosammlung und LVP in Verantwortung der dualen Systeme	935,7	1.119,3	1.142,3	Verwertungsmengen der dualen Systeme
PPK aus Monosammlung - Zuschätzung	845,8	1.016,9	1.035,5	Schätzung auf Basis INFA, Interseroh, GVM
Branchenlösungen, Eigenrücknahme	614,1	20,3	22,5	siehe Text
Sonstige Sammlungen aus gewerblichen Anfallstellen	2.859,3	3.030,0	3.174,6	nach Angaben der Umweltstatistik
Direktvermarktung von Kartonnagen durch Handel, Industrie und sonst. Großgewerbe	1.813,5	1.910,9	1.770,0	GVM-Schätzung nach Angaben von Intecus und VDP
Insgesamt	7.068,4	7.097,3	7.144,9	

PPK aus Monosammlung und LVP in Verantwortung der dualen Systeme

In Verantwortung der dualen Systeme wurden in 2016 1.142 kt Papierverpackungen einer Verwertung zugeführt (nach GVM-Erhebung). Darin sind Verpackungen aus der PPK-Monosammlung ebenso enthalten wie PPK-Verbunde aus der LVP-Fraktion.

Das Statistische Bundesamt weist aus der Erhebung bei Systembetreibern und Branchenlösungen eine Menge von 1.195 kt Papierverpackungen aus¹⁹. Die hier zugrunde gelegte Menge beträgt 1.165 kt (2015: 1.140 kt, einschl. PPK-Verbunde) und weicht damit nur geringfügig ab.

19 Vgl. Statistisches Bundesamt (2018)

PPK aus Monosammlung - Zuschätzung

Die Dualen Systeme zeichnen gegenwärtig nur für einen Teil der über die PPK-Monosammlung erfassten Verpackungen verantwortlich.

Aus der Monosammlung wurden von den dualen Systemen in 2016 1,14 Mio. Tonnen Verpackungen einer Verwertung zugeführt. Das würde bedeuten, dass der Anteil der Verpackungen an der PPK-Monoe Erfassung 22 % beträgt. Das ist unrealistisch niedrig.

GVM geht vielmehr davon aus, dass der Anteil der Verpackungspapiere an der PPK-Monosammlung rund 37 Masseprozent beträgt, darunter auch Fehlwürfe von Transportverpackungen. Dieser Verpackungsanteil wurde von GVM aus den gewichteten Ergebnissen eines INFA-Berichts abgeleitet²⁰. Zusätzlich wurde berücksichtigt, dass seit Erstellung des INFA-Berichts der Anteil von Verpackungen des Versandhandels an der PPK-Monofraktion stark überproportional angestiegen ist.

Das entspricht einer Tonnage von 2,18 Mio. Tonnen (einschl. PPK aus LVP), sodass im Ergebnis 1,04 Mio. Tonnen zugeschätzt wurden.

Branchenlösungen, Eigenrücknahme

Die Verwertung von PPK-Verpackungen durch Eigenrücknahme (bis 2014 nach Angaben der dualen Systeme) ist ab 2015 entfallen.

Die Verwertung durch Branchenlösungen nach § 6 Abs. 2 VerpackV (nach GVM-Erhebung) ist in Höhe von 21 kt dokumentiert.

Sonstige Sammlungen aus gewerblichen Anfallstellen

Unter dieser Rubrik wird die Sammelmenge ausgewiesen, die vom Statistischen Bundesamt durch Befragung von Entsorgungsdienstleistern ermittelt wurde²¹.

Die Daten aus der Erhebung über eingesammelte Transport- und Umverpackungen und bei gewerblichen und industriellen Endverbrauchern eingesammelte Verkaufsverpackungen sind in Tabelle 4-22 wiedergegeben.

²⁰ Vgl. hierzu GVM: „Der Anteil von Verkaufsverpackungen aus Anfallstellen des privaten Endverbrauchs in der haushaltsnahen Papiersammlung“, Mai 2010;
INFA GmbH: „Bestimmung des Verpackungsanteils im getrennt erfassten Altpapiergemisch. Abschlussbericht für DSD AG, Kurzfassung“, Nov. 2003;
INFA GmbH: „Bestimmung des Verkaufsverpackungsanteils aus Anfallstellen des privaten Endverbrauchs im getrennt erfassten Altpapiergemisch - Berechnung eines bundesweiten Mittelwertes - (ergänzende Berechnungen zur PPK-Studie 2003)“, Mai 2010 (alle Berichte unveröffentlicht).

²¹ Vgl. Statistisches Bundesamt (2018)

Tabelle 4-22: Ergebnisse der Erhebung TUV – Verpackungen aus PPK

Jahr	Eingesam- melte Menge (kt)	Quelle / Bemerkung
2008	2.873,6	Statistisches Bundesamt, Erhebung über die Einsammlung und Verwertung von Verpackungen - Ergebnisberichte 2008 - 2010
2009	2.932,5	
2010	2.942,8	
2011	2.832,0	
2012	2.804,3	Statistisches Bundesamt, Einsammlung und Rücknahme von Verpackungen, Ergebnisberichte 2011 - 2015
2013	3.120,0	
2014	2.859,3	
2015	3.095,5	
2016	3.174,6	Statistisches Bundesamt, Ergebnistabellen 2016

Es ist auffällig, dass die Ergebnisse des statistischen Bundesamtes die konjunkturelle Entwicklung nicht widerspiegeln, obwohl die Menge der haushaltsfern anfallenden Papierverpackungen besonders stark konjunkturabhängig ist. Nach den hier vorgelegten Ergebnissen sank das Aufkommen von Papierverpackungen 2009 um 0,30 Mio. Tonnen und stieg in 2010 um 0,56 Mio. Tonnen an. In den Daten der TUV-Erhebung ist von der Rezession kaum etwas zu bemerken.

Direktvermarktung durch Handel, Industrie und sonstiges Großgewerbe

GVM hat in früheren Berichten wiederholt darauf hingewiesen, dass die Größenordnung der vom Statistischen Bundesamt ermittelten Sammelmengen aus Handel, Industrie und Großgewerbe nicht zutreffen kann.

Für die Entsorgung der Transportverpackungen (v.a. Wellpappekartonagen), die im Handel oder in der Industrie anfallen, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Insbesondere die großen Handelskonzerne kombinieren organisatorische Lösungen für die Entsorgung von Transportverpackungen:

- ▶ Die Entsorgung wird von einem Unternehmen organisiert, das sich auf Entsorgungsdienstleistungen spezialisiert hat (z.B. Interseroh, Partslife).
- ▶ Die anfallenden Mengen werden vom Handel bzw. von der Industrie zentral oder dezentral direkt an den Altpapierhandel abgegeben.
- ▶ Die anfallenden Mengen werden an den Vorvertreiber zurückgegeben. Diese Lösung dürfte eher die Ausnahme sein.

- ▶ Die anfallenden Mengen werden im Rahmen bilateraler Entsorgungsverträge von den Entsorgungsunternehmen abgeholt und vermarktet.

Angesichts der komplexen Anfallstellenstruktur und dezentraler, mehrstufiger Erfassungs- und Vermarktungskonzepte ist die Erfassung von Altpapier aus Anfallstellen gewerblicher Endverbraucher durch eine Erhebung bei der Entsorgungsindustrie nicht vollständig zu ermitteln.

Auch das Statistische Bundesamt weist im Bericht darauf hin, dass die „innerbetriebliche Sammlung von Verpackungen (z.B. innerhalb von Kaufhäusern oder Industriebetrieben) [...] nicht enthalten“ ist.²²

VDP und Intecus beziffern demgegenüber die Erfassungsmenge von Verpackungen aus gewerblichem Endverbrauch für das Bezugsjahr 2013 auf 6,6 Mio. Tonnen (für 2014 bis 2016 liegen hierzu keine Daten vor). Darin sind auch Mengen enthalten, die von GVM dem haushaltsnahen Verbrauch zugeordnet werden oder nicht aus in Verkehr gebrachten Verpackungen stammen:

- ▶ PPK-Verpackungen aus Branchenlösungen,
- ▶ PPK-Verpackungen aus der Eigenrücknahme (ab 2015 nicht mehr relevant) und
- ▶ PPK-Verpackungen aus der PPK-Monosammlung (soweit nicht von dualen Systemen verantwortet bzw. finanziert).
- ▶ Papiere und Kartonagen ohne Verpackungsfunktion (z.B. Umzugs- und Bürokartonagen).
- ▶ Produktionsabfälle aus der Packmittelindustrie.

Insgesamt

Nach den vorliegenden Angaben der dualen Systeme, der Intecus GmbH, der INFA GmbH und des VDP schätzt GVM die Menge der insgesamt verwerteten PPK-Verpackungen aus separater Sammlung für 2016 auf 7.145 kt. Dies entspricht etwa 46,5 % des Altpapieraufkommens in 2016 (15,4 Mio. t)²³. Diese Menge wurde einer Verwertung im In- oder Ausland zugeführt.

Importe/Exporte von Altpapier aus gebrauchten Verpackungen

Die Struktur des Außenhandels und der geschätzte Anteil der Verpackungen werden in Tabelle 4-22 wiedergegeben. Die Angaben über Importe und Exporte beruhen auf der amtlichen Außenhandelsstatistik (HS-Position 4707). Die Schätzungen über den Anteil der Verpackungspapiere wurden zwischen dem VDP und dem Umweltbundesamt abgestimmt.

Die Importe (+ 8 %) und Exporte (+5 %) von Altpapier haben in 2016 signifikant zugenommen. Das ist auch Ausdruck der Tatsache, dass die starke deutsche Papierindustrie um den Rohstoff Altpapier kämpft, in quantitativ wie qualitativer Hinsicht.

Der Verpackungsanteil an den Altpapierexporten ist deutlich höher als ihr Anteil an den Altpapierimporten. Die kraftpapierhaltigen Sorten sind im inländischen Altpapieraufkommen überrepräsentiert. Deshalb besteht hier ein Exportüberschuss, der allerdings wegen der großen inländischen Nachfrage in 2016 weiter zurückgegangen ist.

²² Vgl. Statistisches Bundesamt (2018)

²³ VDP (2017)

In den 1.456 kt Altpapierexport von Papierabfällen aus Verpackungsanwendungen sind keine Flüssigkeitskartonagen mehr enthalten (vgl. Tabelle 4-23).

Tabelle 4-23: Außenhandel mit Altpapier 2014 bis 2016

		2014		2015		2016	
		Imp.	Exp.	Imp.	Exp.	Imp.	Exp.
ungebleichtes Kraftpapier oder Kraftpappe oder Wellpappe	inges. in kt	778,7	881,3	802,6	976,8	883,0	945,5
	Anteil Verp.	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	Verp. in kt	778,7	881,3	802,6	976,8	883,0	945,5
Papier und Pappe, hauptsächlich aus gebleichtem chem. Halbstoff	inges. in kt	450,6	262,4	445,6	264,7	529,7	261,1
	Anteil Verp.	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Verp. in kt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
alte unverkaufte Zeitungen, Zeitschriften, Telefonbücher, etc.	inges. in kt	1.094,2	225,3	1.176,9	205,3	1.120,4	248,0
	Anteil Verp.	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Verp. in kt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
andere Papierabfälle aus mechanischen Halbstoffen	inges. in kt	180,0	232,8	217,9	266,5	242,6	195,0
	Anteil Verp.	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	Verp. in kt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
andere Papierabfälle unsortiert	inges. in kt	689,8	432,6	655,8	413,2	736,7	477,6
	Anteil Verp.	25%	25%	25%	25%	25%	25%
	Verp. in kt	172,5	108,1	163,9	103,3	184,2	119,4
andere Papierabfälle sortiert	inges. in kt	761,5	434,2	702,2	518,4	800,7	652,0
	Anteil Verp.	60%	60%	60%	60%	60%	60%
	Verp. in kt	456,9	260,5	421,3	311,1	480,4	391,2
Papier und Pappe (Abfälle und Ausschuss) zur Wiedergewinnung, insgesamt	inges. in kt	3.954,8	2.468,6	4.001,2	2.644,9	4.313,0	2.779,2
	Anteil Verp.	36%	51%	35%	53%	36%	52%
	Verp. in kt	1.408,0	1.250,0	1.387,9	1.391,1	1.547,6	1.456,1
davon als Flüssigkeitskarton berücksichtigt	in kt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
verbleibt Verpackungen PPK	in kt	1.408,0	1.250,0	1.387,9	1.391,1	1.547,6	1.456,1

Quellen: Statist. Bundesamt, Fachserie 7, Reihe 2, HS-Position 4707, sowie Angaben des VDP und ReCarton

Verwertungswege

Das getrennt zur Verwertung erfasste Altpapier wird nicht nur werkstofflich, sondern zum geringen Teil auch energetisch verwertet und kompostiert.

Für das Bezugsjahr 2016 setzen wir die Menge der energetischen Verwertung von getrennt gesammeltem Altpapier mit 88 kt an. Dabei handelt es sich um Altpapier aus Verpackungen, die von Papierfabriken zur Strom- und Wärmeerzeugung in betriebseigenen Anlagen verfeuert werden. Soweit dieser Eigenfeuerung Produktionsabfälle und Reste der Papierverarbeitung verfeuert werden, sind diese Mengen hier nicht zum Ansatz gebracht, da es sich nicht um die Verwertung von gebrauchten Papierverpackungen handelt.

Hinzu kommt die energetische Verwertung von Papierverpackungen, die

- ▶ in MVAs verbrannt werden, die das R1-Kriterium des Kreislaufwirtschaftsgesetzes erfüllen oder
- ▶ in MBAs zu Sekundärbrennstoffen verarbeitet werden.

Hierzu verweisen wir auf die Erläuterungen in Kapitel 4.3.

Verpackungen aus Papier, Pappe oder Karton, die in Verbrennungsanlagen mit R1-Status verbrannt werden, sind dabei zu 100 % als energetisch verwertet anzusehen. Das gilt auch für Papierverbunde mit Aluminiumanteil (z.B. Karton/Alu/PE): Der hochkalorische Aluminiumanteil oxidiert in der Anlage vollständig.

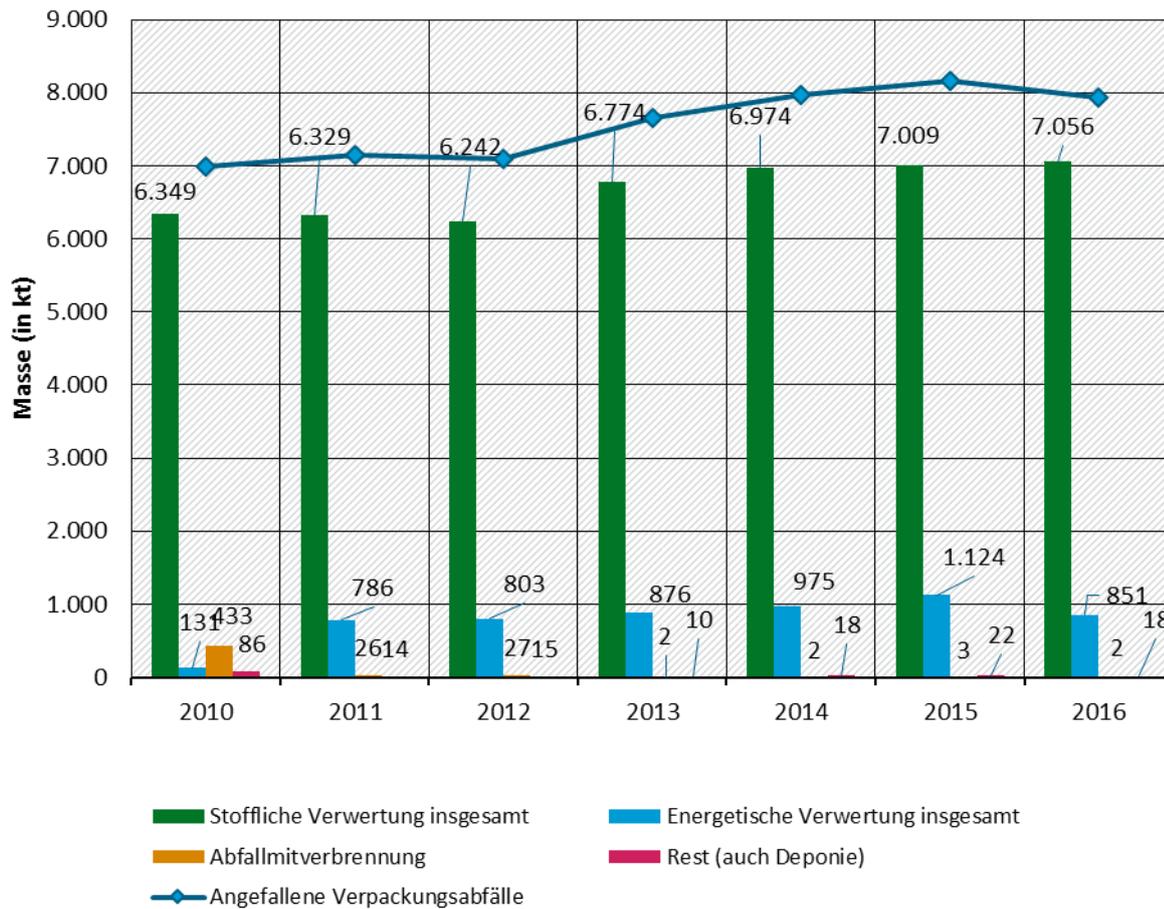
Die Angabe zu „anderen Formen der stofflichen Verwertung“ orientiert sich an den Ergebnissen des Statistischen Bundesamts. Dabei handelt es sich ausschließlich um die organische Verwertung (d.h. Kompostierung) von gebrauchten Papierverpackungen.

Tabelle 4-24: Verpackungen aus Papier – Verwertungsmengen und Verwertungswege

alle Angaben in kt		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	7.155,0	7.087,1	7.661,8	7.969,9	8.156,8	7.927,3
(b)	Werkstoffliche Verwertung	6.297,4	6.211,3	6.743,3	6.944,4	6.978,6	7.026,4
	Inland	4.586,3	4.613,6	5.313,3	5.694,4	5.587,5	5.570,3
	Ausland	1.711,1	1.597,6	1.430,0	1.250,0	1.391,1	1.456,1
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	31,6	30,6	30,5	30,0	30,0	30,0
	Inland	31,6	30,6	30,5	30,0	30,0	30,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	6.329,0	6.241,9	6.773,8	6.974,4	7.008,6	7.056,4
	Inland	4.617,9	4.644,2	5.343,8	5.724,4	5.617,5	5.600,3
	Ausland	1.711,1	1.597,6	1.430,0	1.250,0	1.391,1	1.456,1
(e)	Energetische Verwertung	123,3	107,9	95,2	94,0	88,7	88,5
	Inland	123,3	107,9	95,2	94,0	88,7	88,5
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	662,6	695,1	780,4	881,3	1.035,3	762,9
	Inland	662,6	695,1	780,4	881,3	1.035,3	762,9
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	785,9	803,1	875,6	975,3	1.124,0	851,4
	Inland	785,9	803,1	875,6	975,3	1.124,0	851,4
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	7.114,8	7.045,0	7.649,4	7.949,6	8.132,6	7.907,8
	Inland	5.403,8	5.447,3	6.219,4	6.699,7	6.741,5	6.451,7
	Ausland	1.711,1	1.597,6	1.430,0	1.250,0	1.391,1	1.456,1
(i)	Abfallmitverbrennung	25,7	27,0	2,1	2,2	2,6	1,9
	Inland	25,7	27,0	2,1	2,2	2,6	1,9
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	7.140,5	7.071,9	7.651,5	7.951,9	8.135,2	7.909,7
	Inland	5.429,5	5.474,3	6.221,5	6.701,9	6.744,1	6.453,6
	Ausland	1.711,1	1.597,6	1.430,0	1.250,0	1.391,1	1.456,1
(l)	Rest (auch Deponie)	14,5	15,2	10,3	18,0	21,6	17,6
	Inland	14,5	15,2	10,3	18,0	21,6	17,6
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

Abbildung 4-5: Entsorgungswege für Verpackungen aus PPK



GVM, 2018

Verwertungsquoten

Die sich ergebenden Verwertungsquoten sind in Tabelle 4-25 wiedergegeben.

Die Quote der stofflichen Verwertung lag 2016 bei 89 %.

Tabelle 4-25: Verpackungen aus Papier – Verwertungsquoten

in % der angefallenen Verpackungsabfälle		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
(b)	Werkstoffliche Verwertung	88,0	87,6	88,0	87,1	85,6	88,6
	Inland	64,1	65,1	69,3	71,4	68,5	70,3
	Ausland	23,9	22,5	18,7	15,7	17,1	18,4
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Inland	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	88,5	88,1	88,4	87,5	85,9	89,0
	Inland	64,5	65,5	69,7	71,8	68,9	70,6
	Ausland	23,9	22,5	18,7	15,7	17,1	18,4
(e)	Energetische Verwertung	1,7	1,5	1,2	1,2	1,1	1,1
	Inland	1,7	1,5	1,2	1,2	1,1	1,1
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	9,3	9,8	10,2	11,1	12,7	9,6
	Inland	9,3	9,8	10,2	11,1	12,7	9,6
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	11,0	11,3	11,4	12,2	13,8	10,7
	Inland	11,0	11,3	11,4	12,2	13,8	10,7
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	99,4	99,4	99,8	99,7	99,7	99,8
	Inland	75,5	76,9	81,2	84,1	82,6	81,4
	Ausland	23,9	22,5	18,7	15,7	17,1	18,4
(i)	Abfallmitverbrennung	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	99,8	99,8	99,9	99,8	99,7	99,8
	Inland	75,9	77,2	81,2	84,1	82,7	81,4
	Ausland	23,9	22,5	18,7	15,7	17,1	18,4
(l)	Rest (auch Deponie)	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2
	Inland	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

4.8 Verpackungen aus Aluminium

Tabelle 4-26 zeigt, wie sich die Verwertungsmenge von Aluminiumverpackungen zusammensetzt. Die Angaben werden nachfolgend näher erläutert.

Tabelle 4-26: Verwertungsmengen Aluminiumverpackungen (ohne energetische Verwertung über Restmüllpfad)

in kt	2012	2013	2014	2015	2016	Datenquelle / Erläuterungen
aus LVP	64,5	59,1	59,8	67,7	66,5	Verwertungsmengen der dualen Systeme
Korrektur: Überschneidung mit Kunststoffverwertung	-15,7	-14,1	-15,2	-14,8	-14,5	zur Erläuterung siehe Text
Rückführung über Branchenlösungen und sonstige Sammlungen	25,2	30,9	37,8	27,8	31,4	einschl. Branchenlösungen der dualen Systeme, Sonstige Branchenlösungen; Rücknahme bepfandeter Einweg-Getränkeverpackungen; Eigenrücknahme (bis 2014); Rückführung über gewerbliche Sammelsysteme (z.B. Interseroh, P.D.R., Partslife)
Verschlüsse, Kapseln aus der Glasaufbereitung	2,9	3,0	3,1	4,1	4,5	Schätzung GVM
MW-Verschlüsse aus Füllgutbetrieben u. sonst. gewerbliche Sammlungen	3,7	5,5	5,6	6,3	6,4	berechnet nach Angaben von ALCOA, Maral und GDB
werkstoffliche Verwertung aus MBA und MVA	3,4	2,9	3,6	4,8	6,1	zur Erläuterung siehe Text
Insgesamt	83,9	87,3	94,6	96,0	100,4	

Aluminium aus LVP

Hier sind die Verwertungsmengen aller dualen Systeme berücksichtigt.

Das Statistische Bundesamt weist aus der Erhebung bei Systembetreibern und Branchenlösungen einen Sortieranlagenoutput von 60,5 kt Aluminium aus²⁴.

24 Vgl. Statistisches Bundesamt (2017)

Die Erhebung durch GVM ergab für duale Systeme und Branchenlösungen eine Verwertungsmenge von 66,5 kt. Die Differenz erklärt sich vermutlich durch eine abweichende Zuordnung von Aluminium-Verbunden.

Korrektur: Überschneidung mit Kunststoffverwertung

Aluminiumhaltige Verbunde auf Kunststoffbasis gelangen sowohl in die Aluminiumfraktion als auch in die Kunststofffraktion. Um den tatsächlichen Stoffstrom und die relevante Verbrauchsmenge möglichst kompatibel abzugrenzen, wurde eine geschätzte Menge von aluminiumhaltigen Kunststoffverpackungen, die der Aluminiumfraktion zugeführt wurde, der Kunststofffraktion zugeordnet. Hierbei handelt es sich um aluminiumhaltige Kunststofffolien (metallisierte Folien), die den Kunststoffen zugeordnet sind und zum Teil in die Aluminiumfraktion gelangen. Die insgesamt verwertete Menge ändert sich hierdurch nicht, da die entsprechende Menge bei den Kunststoffen berücksichtigt wurde. Die Schätzung orientiert sich am Aufkommen aluminiumhaltiger Kunststofffolien und ihrem jeweiligen Aluminiumgehalt.

Rückführung über Branchenlösungen und sonstige Sammlungen

In dieser Position wurden folgende Verwertungsmengen zusammengefasst:

- ▶ Verwertung durch Branchenlösungen (nach GVM-Erhebung),
- ▶ Eigenrücknahme von Verkaufsverpackungen nach § 6 Abs. 1 Satz 5 VerpackV (bis 2014),
- ▶ Verwertung von Aluminium-Getränkedosen durch Unternehmen und Organisationen, die die Rücknahme von bepfandeten Einweg-Getränkeverpackungen organisieren. Die GVM-Schätzung auf Basis von Aussagen einzelner Marktteilnehmer entspricht im Ergebnis einer Rücklauf-Quote von rund 96 %.
- ▶ Verwertung von Aluminiumverpackungen durch gewerbliche Rücknahmesysteme (z.B. Interseroh, P.D.R., Partslife).

Die Erhebung über die Einsammlung von Transport- und Verkaufsverpackungen bei gewerblichen Endverbrauchern weist für das Bezugsjahr 2016 eine Sammelmenge von 7,0 kt Aluminiumverpackungen aus²⁵. Darin sind mit Sicherheit zum erheblichen Teil Verschlüsse enthalten, deren Verwertungsmengen bereits an anderer Stelle beziffert wurden. An dieser Stelle darf diese Menge daher nicht berücksichtigt werden, da andernfalls Doppelzählungen nicht nur nicht auszuschließen, sondern sogar sehr wahrscheinlich sind.

Verschlüsse aus der Glasaufbereitung

Aluminiumverschlüsse werden auch aus der Altglassammlung zurückgewonnen. Die Daten ab 2010 beruhen auf GVM-Hochrechnungen von Angaben einzelner Systembetreiber, die wiederum auf einer Befragung der Altglas aufbereitenden Unternehmen beruhen. Hochrechnungsbasis war der Marktanteil der Systembetreiber im Bereich Glas.

25 Vgl. hierzu auch Tabelle 4-30 in Abschnitt 4.9.

Mehrwegverschlüsse

Die Verwertung von Aluminiumverschlüssen von Mehrwegflaschen wird seit Jahren erfolgreich praktiziert. Wegen des hohen Aluminiumanteils der Aluminium-Anrollverschlüsse werden alle rücklaufenden Mengen einer Verwertung zugeführt. Nach verschiedenen Quellen liegt die Rücklaufquote für Aluminiumverschlüsse auf Mehrwegflaschen zwischen 85 und 95 %. Verschlüsse auf der Brunnenflasche erreichen nach Angaben der GDB Rücklaufquoten von über 90 %. Insgesamt geht GVM für das Bezugsjahr 2016 weiterhin von einer Rücklaufquote von ca. 86 % aus.

Werkstoffliche Verwertung von Aluminium aus MVAs und MBAs

Aluminium aus Verpackungsanwendungen wird auch in Müllverbrennungsanlagen (MVA) und Mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen (MBA) zurückgewonnen.

Bis einschließlich Bezugsjahr 2011 orientierte sich die Berechnung der Rückgewinnung von Aluminiumverpackungen aus MVAs und MBAs an der Annahme, dass aus

- ▶ MVAs 10 % der NE-Metall-Fraktion und aus
- ▶ MBAs 30 % der NE-Metall-Fraktion

wiedergewonnen werden können, vor allem Aluminium. In diesen Rückgewinnungsquoten sind allerdings nur solche Mengen berücksichtigt, die von den MVAs selbst zurückgewonnen werden. Müllverbrennungsasche gelangt aber auch zu spezialisierten Aufbereitungsunternehmen. Die bisherigen Daten über die Rückgewinnung stellten daher nur eine vorsichtige untere Abschätzung dar.

Auf der Basis neuerer Veröffentlichungen geht GVM für das Bezugsjahr 2016 davon aus, dass etwa 30% der einer MVA zugeführten Aluminiumverpackungen werkstofflich verwertet werden. Diese Quote bezieht sich auf eine „Bruttomenge“, d.h. hier: inklusive der Aluminium-Bestandteile und der Nicht-Aluminium-Bestandteile (v.a. Kunststoff, z.B. aus Dichtmassen, Aluminium/Kunststoff-Verbundfolien). Außerdem wurde die Rückgewinnungsquote bis zum Vorliegen gesicherter Erkenntnisse zunächst noch niedriger angesetzt als in der Literatur angegeben.²⁶

Nach den vorliegenden Ergebnissen gelangten 2016 etwa 20 kt Aluminiumverpackungen in die Abfallbeseitigungsanlagen.

Legt man den folgenden Beseitigungsmix²⁷ zugrunde

- ▶ MVA: 79,5 %
- ▶ MBA: 20,5 %

so ergibt sich für 2016 eine Menge von 6,1 kt Aluminiumverpackungen, die aus der Beseitigung zurückgewonnen werden können.

²⁶ Vgl. Deike et al: „Recyclingpotenziale von Metallen bei Rückständen aus der Abfallverbrennung“; in: Thome-Kozmiensky: Aschen, Schlacken, Stäube – aus Abfallverbrennung und Metallurgie, Neuruppin 2013, S. 292 ff

²⁷ Statistisches Bundesamt: Abfallbilanz 2015, Zeile: „Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle gemeinsam über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt“

Nach übereinstimmenden Aussagen von Branchenexperten ist zwar nicht völlig auszuschließen, dass Abfälle aus aluminiumhaltigen Verpackungen importiert werden, aus wirtschaftlichen Gründen ist allerdings davon auszugehen, dass sie keine mengenmäßige Bedeutung haben.

Die Erhebung über die Einsammlung von Transport- und Verkaufsverpackungen bei gewerblichen Endverbrauchern weist keine Exporte von Aluminiumverpackungen aus. Aus der haushaltsnahen Erfassung werden vom statistischen Bundesamt für das Bezugsjahr 2016 0,1 kt Exporte von Aluminiumverpackungen zur stofflichen Verwertung ins Ausland ausgewiesen.

Verwertungswege

Die Ergebnisse sind nachfolgend zusammenfassend wiedergegeben.

Separat gesammeltes Aluminium wird ausschließlich werkstofflich verwertet.

Hinzu kommt die energetische Verwertung von Aluminiumverpackungen, die

- ▶ in MVAs verbrannt werden, welche das R1-Energieeffizienzkriterium des Kreislaufwirtschaftsgesetzes erfüllen oder
- ▶ in MBAs zu Sekundärbrennstoffen verarbeitet werden.

Zum rechtlichen Hintergrund und zur Berechnungsmethodik ist auf die Erläuterungen in Kapitel 4.3 zu verweisen.

Aluminium ist ein hochkalorisches Material, bei dessen Verbrennung sehr viel Energie frei wird²⁸. Aluminiumverpackungen, die in Verbrennungsanlagen mit R1-Status verbrannt werden, sind daher insofern als energetisch verwertet anzusehen, als das Aluminium im Verbrennungsprozess oxidiert und die freiwerdende Energie genutzt wird^{29 30}.

Es ist also zu fragen, welche Anteile des Aluminiums in Müllverbrennungsanlagen oxidieren. Die Europäische Aluminiumindustrie hat hierzu unter Realbedingungen Versuche angestellt, deren wesentliche Ergebnisse 2013 veröffentlicht wurden (Vgl. Pruvost (2013)). Auf der Basis dieser Ergebnisse und unter weiteren Annahmen wurden folgende Koeffizienten über den Anteil von Aluminiumverpackungen, der oxidiert wird, ermittelt.

28 Der Heizwert von Aluminium liegt bei 8,6 kWh/kg. Zum Vergleich Ethanol hat einen Heizwert von 7,5 kWh/kg. (Vgl. z.B. <http://www.bauforumstahl.de/upload/documents/brandschutz/kennwerte/Heizwertstoffe.pdf>)

29 Auch wenn die Verbrennung in Anlagen mit R1-Status ab dem Berichtsjahr 2011 der energetischen Verwertung zugerechnet wird, ist darauf hinzuweisen, dass die stoffliche Verwertung aus ökobilanziellen Gesichtspunkten vorzuziehen ist.

30 Vgl. z.B. Christiani et.al: „Grundlagen für eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Verwertung von Verkaufsverpackungen“ HTP, IFEU, Forschungsbericht 298 33719 im Auftrag des Umweltbundesamtes Juli 2001

Tabelle 4-27: Anteile von Aluminium-Verpackungen die bei Mitverbrennung in Müllverbrennungsanlagen oxidiert werden

hochkalorische Bestandteile von Aluminium-Verbunden (z.B. PP-Schichten auf Alu-Schalen oder Folien, Dichtmassen in Verschlüssen)	100%
alle hochkalorischen Bestandteile von „reinen“ Aluminiumverpackungen (z.B. Beschichtungen in Dosen)	100%
reine Aluminiumfolien bzw. der Aluminiumanteil von Aluminium-Verbundfolien (z.B. Alu/PP)	40 - 50%
Aluminiumanteil von Aluminium-Schalen	15 - 25%
Aluminiumanteil von Aluminium-Dosen	8 - 18%

Auf Basis dieser Grunddaten hat GVM den oxidierten Anteil der in MVAs eingebrachten Aluminiumverpackungen mit 32 % beziffert. Dabei konnte mangels Alternativen nur die Struktur der Marktmenge zu Grunde gelegt werden. Das führt insofern zu verfälschten Ergebnissen als dass große Aluminium-Verpackungen mit hohem Aluminiumanteil (z.B. Dosen) mit höherer Wahrscheinlichkeit in die LVP-Sammlung und mit geringerer Wahrscheinlichkeit in den Restmüll bzw. in eine MVA gelangen. Es ist daher davon auszugehen, dass die in Tabelle 4-28 wiedergegebenen Ergebnisse die energetische Verwertung von Aluminium-Verpackungen in Müllverbrennungsanlagen tendenziell eher unterschätzen.

Tabelle 4-28: Verpackungen aus Aluminium – Verwertungsmengen und Verwertungswege

alle Angaben in kt		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	93,0	95,7	97,7	107,4	109,7	114,2
(b)	Werkstoffliche Verwertung	82,9	83,9	87,3	94,6	96,0	100,4
	Inland	81,0	83,3	87,0	94,4	96,0	100,3
	Ausland	1,9	0,6	0,3	0,2	0,0	0,1
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	82,9	83,9	87,3	94,6	96,0	100,4
	Inland	81,0	83,3	87,0	94,4	96,0	100,3
	Ausland	1,9	0,6	0,3	0,2	0,0	0,1
(e)	Energetische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	2,3	3,5	3,2	3,9	4,2	4,2
	Inland	2,3	3,5	3,2	3,9	4,2	4,2
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	2,3	3,5	3,2	3,9	4,2	4,2
	Inland	2,3	3,5	3,2	3,9	4,2	4,2
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	85,1	87,4	90,5	98,5	100,2	104,6
	Inland	83,2	86,8	90,2	98,3	100,2	104,5
	Ausland	1,9	0,6	0,3	0,2	0,0	0,1
(i)	Abfallmitverbrennung	4,1	5,4	4,7	5,8	6,2	6,3
	Inland	4,1	5,4	4,7	5,8	6,2	6,3
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	89,2	92,8	95,2	104,3	106,4	110,9
	Inland	87,3	92,2	94,9	104,1	106,4	110,8
	Ausland	1,9	0,6	0,3	0,2	0,0	0,1
(l)	Rest (auch Deponie)	3,8	2,9	2,5	3,1	3,3	3,3
	Inland	3,8	2,9	2,5	3,1	3,3	3,3
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (f) soweit nicht als werkstoffliche Verwertung unter (b) berücksichtigt

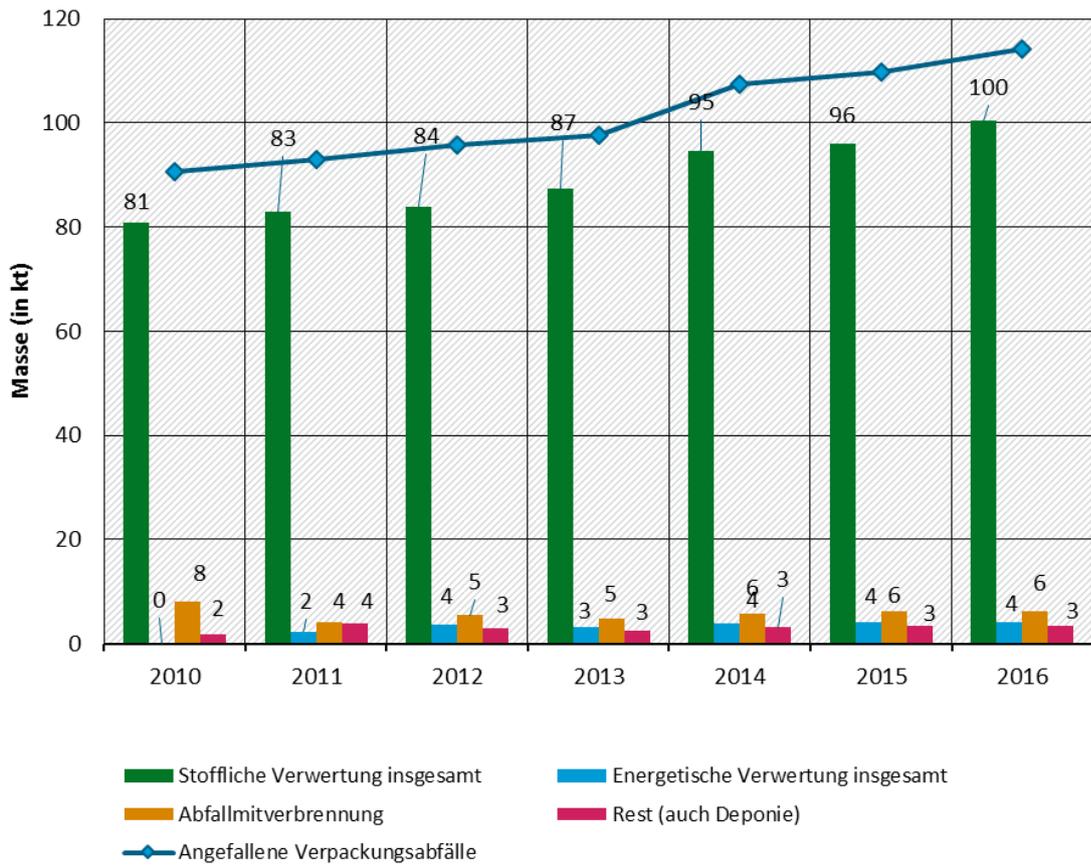
zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

Verwertungsquoten

Die sich ergebenden Verwertungsquoten sind in Tabelle 4-29 wiedergegeben.

Die Quote der werkstofflichen Verwertung lag 2016 bei 87,9 %.

Abbildung 4-6: Entsorgungswege Aluminiumverpackungen



GVM, 2018

Tabelle 4-29: Verpackungen aus Aluminium – Verwertungsquoten

alle Angaben in %		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
(b)	Werkstoffliche Verwertung	89,1	87,7	89,3	88,1	87,5	87,9
	Inland	87,1	87,0	89,0	87,9	87,5	87,8
	Ausland	2,0	0,6	0,3	0,2	0,0	0,1
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	89,1	87,7	89,3	88,1	87,5	87,9
	Inland	87,1	87,0	89,0	87,9	87,5	87,8
	Ausland	2,0	0,6	0,3	0,2	0,0	0,1
(e)	Energetische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	2,4	3,7	3,3	3,6	3,8	3,7
	Inland	2,4	3,7	3,3	3,6	3,8	3,7
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	2,4	3,7	3,3	3,6	3,8	3,7
	Inland	2,4	3,7	3,3	3,6	3,8	3,7
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	91,6	91,4	92,6	91,8	91,3	91,6
	Inland	89,5	90,7	92,3	91,6	91,3	91,5
	Ausland	2,0	0,6	0,3	0,2	0,0	0,1
(i)	Abfallmitverbrennung	4,4	5,6	4,8	5,4	5,7	5,5
	Inland	4,4	5,6	4,8	5,4	5,7	5,5
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	96,0	97,0	97,4	97,1	97,0	97,1
	Inland	93,9	96,4	97,1	96,9	97,0	97,0
	Ausland	2,0	0,6	0,3	0,2	0,0	0,1
(k)	Rest (auch Deponie)	4,0	3,0	2,6	2,9	3,0	2,9
	Inland	4,0	3,0	2,6	2,9	3,0	2,9
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (f) soweit nicht als werkstoffliche Verwertung unter (b) berücksichtigt

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

4.9 Verpackungen aus Weißblech

Tabelle 4-30 gibt die Verwertungsmengen für Weißblechverpackungen wieder.

Tabelle 4-30: Verwertung von Weißblechverpackungen

in kt	2012	2013	2014	2015	2016	Erläuterung/Datenquelle
aus LVP	266,6	268,0	258,6	275,5	272,5	nach Angaben der dualen Systeme
Sonstige Sammlungen	80,6	94,7	83,0	27,2	27,3	einschl. Branchenlösungen der dualen Systeme, Sonstige Branchenlösungen; Rücknahme bepfandeter Einweg-Getränkeverpackungen; Eigenrücknahme; Rückführung über gewerbliche Sammelsysteme (z.B. Interseroh, P.D.R., GVÖ, KBS); Verwertung von Mehrweg-Verschlüssen aus Abfüllbetrieben.
Verschlüsse aus der Altglasaufbereitung	9,3	7,4	8,2	8,0	10,9	nach Angaben der DSD GmbH
werkstoffliche Verwertung aus MVAs und MBAs	111,3	95,5	108,1	145,0	148,9	Schätzung der GVM nach Angaben von: IZW, Destatis, ISAH
insgesamt	467,8	465,6	457,9	455,7	459,5	

Weißblech aus LVP

Hier sind die Verwertungsmengen aller dualen Systeme berücksichtigt.

Das statistische Bundesamt weist aus der Erhebung bei Systembetreibern und Branchenlösungen einen Sortieranlagenoutput von 271,4 kt Stahl und Weißblech aus³¹.

Die Erhebung durch GVM ergab für duale Systeme und Branchenlösungen eine Verwertungsmenge 272,7 kt Weißblech (einschließlich Weißblechverbunde; davon duale Systeme: 272,5 kt). Beide Quellen kommen also zu vergleichbaren Ergebnissen. Das war in den Vorjahren nicht immer der Fall.

Rückführung über Branchenlösungen und sonstige Sammlungen

In dieser Position wurden folgende Verwertungsmengen zusammengefasst:

1. Verwertung durch Branchenlösungen (z.B. GVÖ, Partslife)
2. Eigenrücknahme (ab 2015 nicht mehr relevant) von Verkaufsverpackungen nach § 6 Abs. 1 Satz 5 VerpackV (nach Angaben der dualen Systeme).

31 Vgl. Statistisches Bundesamt (2018)

3. Verwertung von Weißblech-Getränkedosen durch Unternehmen und Organisationen, die die Rücknahme von bepfandeten Einweg-Getränkeverpackungen organisieren. Die GVM-Schätzung auf Basis von Angaben einzelner Marktteilnehmer ergibt im Ergebnis eine Rücklauf-Quote von 96 %.
4. Verwertung von Weißblechverpackungen (v.a. Kanister, Kannen, Dosen), die von gewerblichen Rücknahmesystemen (z.B. KBS, Interseroh, GEBR, P.D.R., GVÖ, Partslife) im Hol- oder Bringsystem gesammelt wurden³². Verpackungen aus sonstigem Stahlblech (Feinblech, Schwarzblech, Schwerblech) wurden in Tabelle 4-30 nicht berücksichtigt (Vgl. hierzu das Kapitel „Sonstiger Stahl“).
5. Weißblechverschlüsse auf Mehrwegverpackungen, die von den Abfüllbetrieben (v.a. Molkereien) einer Verwertung zugeführt werden. Die GVM-Schätzung geht von einer Rücklaufquote von 86 % aus.

Verschlüsse aus der Altglasaufbereitung

Weißblechverschlüsse werden in zunehmendem Maße auch aus der Altglassammlung zurückgewonnen. Die Daten für 2016 beruhen auf GVM-Hochrechnungen von Angaben einzelner Systembetreiber, die wiederum auf einer Befragung der Altglas aufbereitenden Unternehmen fußen.

Weißblech aus MVA und MBA

Zu den Weißblechschrotten, die in MVAs und MBAs zurück gewonnen werden, sind folgende Anmerkungen zu machen:

Zugrunde gelegt wurde folgender Beseitigungsmix:

- ▶ MVA: 79,5 %
- ▶ MBA: 20,5 %

Die Rückgewinnung aus MVAs in 2013 wurde auf der Basis eines Gutachtens des TÜV Rheinland beziffert.³³ Darin wurden die Ergebnisse eines vergleichbaren Gutachtens aus 2004 aktualisiert. Auf dieser Basis geht GVM für die Bezugsjahre 2008 bis 2016 davon aus, dass 74 % der mit dem Siedlungsabfall in MVAs behandelten Weißblechmenge zurückgewonnen werden.

Weißblech wird auch in mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen (MBA) zurückgewonnen. In MBAs können erheblich mehr Weißblechschrotte abgeschieden werden als in MVAs. Für das Bezugsjahr 2016 wurde davon ausgegangen, dass 85 % der in MBAs angelieferten Weißblechmengen zurückgewonnen werden können³⁴. Zum Vergleich: in Sortieranlagen der LVP-Fraktion wird eine Rückgewinnungsquote von 98 % erreicht.

32 Nach GVM (2016): Lizenzierung und Erfassung von Stahlblechverpackungen der gewerblichen Wirtschaft - 1996 bis 2015, GVM, Mainz, September 2016 (unveröffentlicht) und weiteren Angaben der verschiedenen Rücknahmesysteme.

33 TÜV Rheinland Cert GmbH (2012): Bericht zum Gewichtsverlust von Weißblechverpackungen bei der Müllverbrennung; Bericht Nr. 37136914, 2012

34 Vgl. hierzu: Doedens/Mähl (2001): Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen (MBA) als Systemkomponente zur Erfassung von Weißblech; Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, Hannover September 2001

Importe / Exporte

Die inländische Stahlproduktion kann praktisch unbegrenzt Weißblechschrott aufnehmen. Es ist nicht notwendig, Überschussmengen aus der haushaltsnahen Erfassung zu exportieren. Die Mengen, die in den inländischen Stahlwerken verarbeitet werden (Abfrage des VDEH bei den Stahlwerken), stimmen mit den Angaben über Weißblechmengen aus der haushaltsnahen Sammlung und aus MVAs gut überein. Gleichwohl kann nicht ausgeschlossen werden, dass Weißblechschrott in mehr als vernachlässigbarem Umfang ins Ausland exportiert wird.

Das statistische Bundesamt weist aus dem Sortieranlagenoutput von dualen Systemen und Branchenlösungen einen Export von 8,8 kt aus (vgl. Statistisches Bundesamt [2018]). Dieser Wert wird zum Ansatz gebracht.

Verwertungswege

Weißblech wird ausschließlich werkstofflich verwertet.

Auch für die Mengen, die in die Müllverbrennungsanlagen gelangen, wurde keine energetische Verwertung und/oder Mitverbrennung zum Ansatz gebracht. Zwar oxidiert Weißblech zum Teil im Verbrennungsprozess, die freiwerdende Energie ist jedoch vernachlässigbar gering. Auch für die Nicht-Weißblechbestandteile (z.B. Dichtmassen in Verschlüssen, Beschichtungen, Lacke) wurde keine energetische Verwertung zum Ansatz gebracht.

Tabelle 4-31: Weißblechverpackungen – Verwertungswege

alle Angaben in kt		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	492,3	503,0	496,9	492,0	501,4	505,9
(b)	Werkstoffliche Verwertung	460,9	467,8	465,6	457,9	455,7	459,5
	Inland	459,4	465,4	463,3	450,0	448,7	450,7
	Ausland	1,5	2,4	2,3	7,9	7,0	8,8
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	460,9	467,8	465,6	457,9	455,7	459,5
	Inland	459,4	465,4	463,3	450,0	448,7	450,7
	Ausland	1,5	2,4	2,3	7,9	7,0	8,8
(e)	Energetische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	460,9	467,8	465,6	457,9	455,7	459,5
	Inland	459,4	465,4	463,3	450,0	448,7	450,7
	Ausland	1,5	2,4	2,3	7,9	7,0	8,8
(i)	Abfallmitverbrennung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	460,9	467,8	465,6	457,9	455,7	459,5
	Inland	459,4	465,4	463,3	450,0	448,7	450,7
	Ausland	1,5	2,4	2,3	7,9	7,0	8,8
(l)	Rest (auch Deponie)	31,4	35,2	31,3	34,1	45,7	46,4
	Inland	31,4	35,2	31,3	34,1	45,7	46,4
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (f) soweit nicht als werkstoffliche Verwertung unter (b) berücksichtigt

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

Verwertungsquoten

Tabelle 4-32: Weißblechverpackungen – Verwertungsquoten

alle Angaben in %		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
(b)	Werkstoffliche Verwertung	93,6	93,0	93,7	93,1	90,9	90,8
	Inland	93,3	92,5	93,2	91,5	89,5	89,1
	Ausland	0,3	0,5	0,5	1,6	1,4	1,7
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	93,6	93,0	93,7	93,1	90,9	90,8
	Inland	93,3	92,5	93,2	91,5	89,5	89,1
	Ausland	0,3	0,5	0,5	1,6	1,4	1,7
(e)	Energetische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	93,6	93,0	93,7	93,1	90,9	90,8
	Inland	93,3	92,5	93,2	91,5	89,5	89,1
	Ausland	0,3	0,5	0,5	1,6	1,4	1,7
(i)	Abfallmitverbrennung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	93,6	93,0	93,7	93,1	90,9	90,8
	Inland	93,3	92,5	93,2	91,5	89,5	89,1
	Ausland	0,3	0,5	0,5	1,6	1,4	1,7
(l)	Rest (auch Deponie)	6,4	7,0	6,3	6,9	9,1	9,2
	Inland	6,4	7,0	6,3	6,9	9,1	9,2
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (f) soweit nicht als werkstoffliche Verwertung unter (b) berücksichtigt

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

4.10 Sonstige Stahlverpackungen

Neben Weißblech werden v.a. Verpackungen aus Feinblech, Schwerblech, Edelstahl und sonstigem Stahl in Verkehr gebracht. Alle Stahlverpackungen, die nicht in die Kategorie Weißblech fallen, sind in dieser Studie unter der Rubrik „Sonstige Stahlverpackungen“ enthalten.

Die relevanten Verpackungsformen sind Bierfässer (Kegs) und sonstige Edelstahlbehälter, Kabeltrommeln, Fässer, Kanister, Hobbocks, Stahlpaletten und Stahlmreifungen.

Die Rückführungswege für Stahlverpackungen sind sehr vielfältig:

Rücknahmesysteme für Stahlblechverpackungen

Die gewerblichen Rücknahmesysteme für Stahlblechemballagen (KBS, Remondis, Interseroh, GEBR, GVÖ, P.D.R.) erfassen v.a. Weißblechgebilde und Feinblechgebilde bis 60 l. Über diese Systeme wurden 2016 16,2 kt Stahlblechverpackungen einer Verwertung zugeführt und damit genauso viel wie im Vorjahr. Davon waren etwa 9,5 kt Weißblech und 6,7 kt sonstiges Feinblech³⁵. Die über diese Systeme zurückgeführten Weißblechgebilde wurden bei Weißblech berücksichtigt.

Rücknahmesysteme der Kfz-Werkstätten

Stahlgebilde für Hilfs- und Betriebsstoffe werden von den Entsorgungssystemen der Kfz-Werkstätten erfasst (z.B. Partslife, Zentek).

Diverse Systeme

Geringe Mengen von Feinblechgebilden werden über die DSD-Erfassung, das Pamira-System, Remondis-Photo-Recycling und andere Systeme zurückgeführt.

Rekonditionierer

Stahlfässer werden von spezialisierten Fassverwertungsbetrieben (z.B. Pack2Pack, NCG, VIV) zum Zweck der Rekonditionierung zurückgenommen. Die nicht rekonditionierungsfähigen Fässer werden einer Verwertung zugeführt. Neben der Fremdrekonditionierung durch spezialisierte Betriebe werden Stahlfässer auch durch Abfüller oder Entleerer eigenrekonditioniert. Auch die hier anfallenden Ausschussmengen werden verwertet. Es ist davon auszugehen, dass der überwiegende Teil der anfallenden Fässer außerhalb der genannten Rückführungssysteme zurückgeführt wird.

³⁵ Nach GVM (2017): Lizenzierung und Erfassung von Stahlblechverpackungen der gewerblichen Wirtschaft - 1996 bis 2016, Mainz, August 2017 (unveröffentlicht) und weitere Angaben der verschiedenen Rücknahmesysteme

Abfüller, Entleerer, Schrotthandel

Die entleerten Mehrweg- und Einweg-Emballagen (Kegs, Stahlfässer, Kabeltrommeln, Stahlpaletten, Stahlumreifungen, etc.) werden von den Abfüllern (Mehrweg) oder Endverbrauchern direkt oder über den Schrotthandel einer Verwertung zugeführt.

Weil die letztgenannte Schiene mit Sicherheit überragende Bedeutung hat und zugleich der Anteil der Verpackungen am Stahlschrottaufkommen nicht bezifferbar ist, kann die Verwertungsmenge von sonstigen Stahlemballagen nicht erhoben werden. GVM gibt gleichwohl auf der Basis der in Verkehr gebrachten Mengen von Stahlverpackungen eine Schätzung ab. Dies ist möglich, weil aus folgenden Gründen davon auszugehen ist, dass nur geringfügige Anteile der abfallrelevanten Menge von Stahlemballagen beseitigt werden:

- ▶ Stahlemballagen fallen im Regelfall konzentriert und sortenrein bei wenigen Anfallstellen an (Abfüller, Entleerer in der verarbeitenden Industrie, Rekonditionierer).
- ▶ Stahlemballagen haben ein hohes Einzelgewicht.
- ▶ Lediglich bei kleinen Feinblechgebinden und Stahlumreifungen ist davon auszugehen, dass sie zum Teil in den Rest- bzw. Gewerbemüll gelangen.
- ▶ Der Stahlschrott hat einen positiven Marktwert. Kosten für Transport, Verpressung oder Schreddern fallen auch im Falle der Beseitigung an.
- ▶ Stahlschrotte können in den Stahlwerken praktisch unbegrenzt eingesetzt werden.
- ▶ Es bestehen etablierte logistische Systeme; der Schrotthandel übernimmt hier wichtige Funktionen.
- ▶ Der weit überwiegende Teil der Stahlemballagen kann ohne weiteres der Verwertung zugeführt werden. Lediglich bei einem kleinen Teil der Gebinde schadstoffhaltiger Füllgüter ist die Wiedergewinnung der Stahlschrotte aufwändig. Aber auch für die Aufbereitung stark kontaminierter Stahlblechemballagen gibt es etablierte Verfahren, deren Kosten nicht unbedingt über denen der Beseitigung liegen.
- ▶ Stahlverpackungen, die in die Abfallbeseitigung gehen, werden aus dem Rest- und Gewerbemüll durch Magnetabscheider zurückgewonnen.

Die Ergebnisse des statistischen Bundesamtes zur Einsammlung von Verkaufs-, Transport- und Umverpackungen bei gewerblichen Endverbrauchern weisen für das Bezugsjahr 2016 eine Erfassungsmenge von 84,1 kt Metallverpackungen aus (vgl. Tabelle 4-33) ³⁶.

³⁶ Vgl. hierzu ausführlicher Kapitel 4.4.1 Erhebungen nach Umweltstatistikgesetz

Tabelle 4-33: Ergebnisse der Erhebung des Statistischen Bundesamts – Metallverpackungen

Jahr	eingesammelte Menge - insgesamt	Aluminium	eisenhaltige Metalle	Sonstige / Metallverbunde	Quelle / Bemerkung
	kt	kt	kt	kt	
2009	71,7	5,6	58,9	7,2	Statistisches Bundesamt, Erhebung über die Einsammlung und Verwertung von Verpackungen - Ergebnisberichte 2007 - 2009
2010	78,4	7,9	60,5	10,0	Statistisches Bundesamt, Einsammlung und Rücknahme von Verpackungen, Ergebnisberichte 2010 bis 2015
2011	74,2	3,7	63,1	7,4	
2012	74,7	4,3	62,9	7,5	
2013	74,4	4,7	61,7	8,0	
2014	81,2	5,9	63,1	12,2	
2015	92,3	7,4	77,0	7,9	Statistisches Bundesamt, Ergebnistabellen 2016
2016	84,1	7,0	68,7	8,4	

In dieser Menge sind neben sonstigen Stahlverpackungen auch Verpackungen aus Aluminium und Weißblech enthalten. Den eisenhaltigen Metallen (darunter auch Weißblech) und den Metallverbunden (v.a. also Getränkedosen und Weißblechverschlüsse) sind davon 77,1 kt zuzuordnen. Es ist daher davon auszugehen, dass erhebliche Mengen von den gewerblichen Anfallstellen direkt an den Schrotthandel vermarktet und daher von dieser Statistik nicht erfasst werden.

Um die Angaben der Erhebung nach Umweltstatistikgesetz mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie vergleichen zu können, müssen davon 27,1 kt (ohne Branchenlösungen) zum Abzug gebracht werden, die bereits als gewerbliche Erfassung von Weißblechgebinden ausgewiesen wurden (vgl. Kap. 4.9). Weitere 6,7 kt (2015: 6,7 kt) sind als gewerbliche Erfassungsmenge von Feinblechgebinden belegt (ohne Weißblech). Legt man die Daten des statistischen Bundesamtes zugrunde, betrüge damit die Erfassung aus sonstigen Rückführungsschienen gerade einmal 43 kt. Das ist völlig unrealistisch und um Größenordnungen zu niedrig.

GVM beziffert die Verwertung von sonstigen Stahlverpackungen auf 318 kt (2015: 315 kt). Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich hierbei um eine Schätzung handelt. Sie beruht auf Plausibilitätserwägungen über

- ▶ die Anfallstellen der Stahlverpackungen (unterschieden nach Einweg/Mehrweg, Form und Anwendung),
- ▶ die jeweils pro Anfallstelle anfallende Menge und
- ▶ die Sortier- bzw. Abscheidbarkeit aus den Gewerbe- und Industrieabfällen.

Der Stahlschrottzukauf deutscher Stahlwerke und Gießereien betrug 2015 17,7 Mio. t³⁷. Das Stahlschrottaufkommen betrug etwa 21,6 Mio. Tonnen (aktuellere Daten liegen nicht vor). Der Anteil der erfassten Verpackungen aus sonstigem Stahl am Stahlschrottaufkommen beträgt nach den vorliegenden Ergebnissen 1,5 %. Es kann nicht beurteilt werden, ob das realistisch ist. Jedenfalls ist klar, dass das Aufkommen von Stahlschrotten aus Verpackungsanwendungen „die Stecknadel im Heuhaufen“ ist.

Über Exporte und Importe von Abfällen aus Stahlverpackungen liegen keine Anhaltspunkte vor.

Die Importe von Stahlschrotten betragen 2015 5,2 Mio. t, die Exporte etwa 9,1 Mio. t³⁸. Wie hoch der Anteil von Verpackungen aus sonstigem Stahl daran ist, kann nicht beurteilt werden.

Die Ergebnisse über die Verwertungsmengen und -quoten von sonstigen Stahlverpackung sind in der nachfolgenden Tabelle 4-34 und Tabelle 4-35 wiedergegeben.

37 BDSV (2017): „Stahlrecycling-Wirtschaft – Vom Sammler zum industriellen Aufbereiter“. Düsseldorf. Internet: http://www.bdsv.org/downloads/profil_stahlrecyclingwirtschaft.pdf

38 BDSV (2017): „Stahlrecycling-Wirtschaft – Vom Sammler zum industriellen Aufbereiter“. Düsseldorf. Internet: http://www.bdsv.org/downloads/profil_stahlrecyclingwirtschaft.pdf

Verwertungswege und Verwertungsquoten

Tabelle 4-34: Verpackungen aus sonstigem Stahl – Verwertungswege

alle Angaben in kt		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	295,8	305,8	295,6	328,8	336,1	338,4
(b)	Werkstoffliche Verwertung	274,3	283,2	277,0	305,8	314,8	318,0
	Inland	274,3	283,2	277,0	305,8	314,8	318,0
	Ausland	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	274,3	283,2	277,0	305,8	314,8	318,0
	Inland	274,3	283,2	277,0	305,8	314,8	318,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(e)	Energetische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	274,3	283,2	277,0	305,8	314,8	318,0
	Inland	274,3	283,2	277,0	305,8	314,8	318,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(i)	Abfallmitverbrennung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	274,3	283,2	277,0	305,8	314,8	318,0
	Inland	274,3	283,2	277,0	305,8	314,8	318,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(l)	Rest (auch Deponie)	21,5	22,6	18,6	23,0	21,3	20,4
	Inland	21,5	22,6	18,6	23,0	21,3	20,4
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (f) soweit nicht als werkstoffliche Verwertung unter (b) berücksichtigt

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

Tabelle 4-35: Verpackungen aus sonstigem Stahl – Verwertungsquoten

alle Angaben in %		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
(b)	Werkstoffliche Verwertung	92,7	92,6	93,7	93,0	93,7	94,0
	Inland	92,7	92,6	93,7	93,0	93,7	94,0
	Ausland	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	92,7	92,6	93,7	93,0	93,7	94,0
	Inland	92,7	92,6	93,7	93,0	93,7	94,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(e)	Energetische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	92,7	92,6	93,7	93,0	93,7	94,0
	Inland	92,7	92,6	93,7	93,0	93,7	94,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(i)	Abfallmitverbrennung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	92,7	92,6	93,7	93,0	93,7	94,0
	Inland	92,7	92,6	93,7	93,0	93,7	94,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(l)	Rest (auch Deponie)	7,3	7,4	6,3	7,0	6,3	6,0
	Inland	7,3	7,4	6,3	7,0	6,3	6,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (f) soweit nicht als werkstoffliche Verwertung unter (b) berücksichtigt

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

4.11 Verbundverpackungen: Flüssigkeitskarton

Unter den Verbundverpackungen gibt es nur für den Flüssigkeitskarton einen eigenständigen Verwertungsweg.

Für Verbunde auf Papierbasis aus der LVP-Fraktion gibt es eine eigenständige Sortierfraktion. Weil Verbunde auf Papierbasis im erheblichen Maße der Papier-Monosammlung zugeführt werden, macht der eigenständige Ausweis der Verbunde auf Papierbasis jedoch keinen Sinn.

Die anderen Verbunde werden in der Regel der Verwertung der Hauptmaterialkomponente zugeführt, also zusammen mit Weißblech, Aluminium oder Kunststoff verwertet.

Damit ist nur für den Flüssigkeitskarton eine Verwertungsmenge sinnvoll und valide zu bestimmen. Vor diesem Hintergrund ist es sicher sinnvoll, dass für Flüssigkeitskarton im Verpackungsgesetz eine eigenständige Verwertungsvorgabe festgelegt ist.

Die Mengen werden in Tabelle 4-36 wiedergegeben.

Tabelle 4-36: Verwertungsmengen Flüssigkeitskarton (ohne energetische Verwertung über Restmüllpfad)

in kt	2012	2013	2014	2015	2016	Datenquelle/Erläuterungen
Duale Systeme, Branchenlösungen, Eigenrücknahme (bis 2014) - werkstofflich	129,5	136,4	134,7	129,5	138,0	nach Angaben der dualen Systeme und Branchenlösungen
- davon Inland	129,5	136,1	134,6	129,4	128,1	berechnet nach Angaben der ReCarton
- davon Ausland	0,0	0,3	0,1	0,1	9,9	
Verwertungsmenge aus PPK-Monosammlung und sonstigen Sammlungen	2,1	0,9	0,9	0,8	0,8	Schätzung GVM
Duale Systeme (energetisch)	-	-	-	-	-	siehe Text
Verwertung insgesamt	131,6	137,3	135,6	130,4	138,8	

Werkstoffliche Verwertung durch duale Systeme und Branchenlösungen

GVM kommt nach Angaben von Systembetreibern und ReCarton zu einer werkstofflichen Verwertungsmenge der dualen Systeme von 137,8 kt (nur duale Systeme). Dieser Wert wurde zum Ansatz gebracht. Bothe dokumentiert 137,4 kt.

Hinzu kommen nur noch marginale Mengen aus Branchenlösungen: 0,1 kt.

Die Menge aus der Papiersammlung basiert auf Angaben einer Intecus-Studie für die Bezugsjahre 1994 und 1995. Da seitdem keine aktuellen Ergebnisse über die Miterfassung von Flüssigkeitskarton in der Papiersammlung mehr ermittelt wurden, wurde für 2016 nur noch eine Minimalmenge von 0,8 kt zum Ansatz gebracht.

Dieser Wert entspricht einem Anteil von 0,5 % an der in Verkehr gebrachten Menge, d.h. es wird angenommen, dass etwa eine von 200 Packungen über die Papiersammlung einer Verwertung zugeführt wird.

Energetische Verwertung von Sortiermengen durch duale Systeme

Im Rezessionsjahr 2009 konnten die Erfassungsmengen aus der haushaltsnahen Sammlung nicht vollständig in der Papierindustrie untergebracht werden, insbesondere weil die Nachfrage nach Wellpappe-Rohpapieren einbrach.

Daher wurde Flüssigkeitskarton 2009 in erheblicher Größenordnung auch energetisch verwertet.

Auf der Basis der Angaben der relevanten Systembetreiber ließ sich die Menge sehr zuverlässig auf 16,1 kt taxieren. Die Menge wurde von verschiedenen Branchenexperten bestätigt.

Seit 2010 geht von der in LVP-Sortieranlagen aussortierten Menge wieder alles in die werkstoffliche Verwertung.

Energetische Verwertung über MVAs und MBAs

Hinzu kommt die energetische Verwertung von Verpackungen aus Flüssigkeitskarton, die

- ▶ in MVAs verbrannt werden, welche das R1-Energieeffizienzkriterium des Kreislaufwirtschaftsgesetzes erfüllen oder
- ▶ in MBAs zu Sekundärbrennstoffen verarbeitet werden.

Zum rechtlichen Hintergrund und zur Berechnungsmethodik ist auf die Erläuterungen in Kapitel 4.3 zu verweisen.

Auch für die Alu-Bestandteile des Aseptik-Kartons ist davon auszugehen, dass sie vollständig oxidieren. Aluminium ist ein hochkalorisches Material, bei dessen Verbrennung sehr viel Energie frei wird. Verpackungen aus Flüssigkeitskarton, die in Verbrennungsanlagen mit R1-Status verbrannt werden, sind daher vollständig als energetisch verwertet anzusehen (vgl. auch Kapitel 4.8).

Verwertung mit der Aluminiumfraktion

Es ist bekannt, dass aluminiumhaltiger Flüssigkeitskarton (Aseptik-Karton) auch in die Aluminiumfraktion gelangt und zusammen mit anderen aluminiumhaltigen Verpackungen einer Verwertung zugeführt wird. Nach nicht mehr aktuellen Schätzungen in der HTP/IFEU-Studie sollen 3,4 % der Erfassungsmenge in die Aluminiumfraktion gelangen³⁹.

³⁹ HTP/IFEU „Grundlagen für eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Verwertung von Verkaufsverpackungen“, Endbericht; Aachen, Heidelberg, 07/2001

Von einer entsprechenden Korrektur der Verwertungsmengen Flüssigkeitskarton und Aluminium wurde aus folgenden Gründen abgesehen:

- ▶ Die Abgrenzung der Aluminiumfraktion ist nicht nur gegenüber Flüssigkeitskarton, sondern auch gegenüber Kunststofffolien, sonstigen Papierverbunden und Nicht-Verpackungen äußerst schwierig.
- ▶ Eine korrekte Abgrenzung gegenüber den genannten Fraktionen würde eine Vielzahl von Daten voraussetzen, die bestenfalls als Schätzungen vorliegen.
- ▶ Die Zusammensetzung der Aluminiumfraktion unterliegt periodischen Schwankungen, weil die Sortiermenge veränderlichen wirtschaftlichen Optimierungskalkülen unterworfen ist und zugleich von den Sortieranlagenbetreibern leicht beeinflusst werden kann.

Die in der Tabelle 4-37 ausgewiesenen Exporte (nach Angaben von ReCarton) sind in entsprechender Höhe bei den Exporten von Papier/Pappe/Karton zum Abzug zu bringen (vgl. Kap.4.7). Die Exporte von gebrauchtem Flüssigkeitskarton spielen heute keine Rolle mehr.

Was die nicht über ReCarton abgewickelten Mengen angeht, wurde davon ausgegangen, dass die Verwertung im Inland erfolgte.

Importe von Verpackungsabfällen aus Flüssigkeitskarton sind angesichts des inländischen Angebotsdrucks sehr unwahrscheinlich, können aber nicht völlig ausgeschlossen werden, da keine Informationen vorliegen.

Verwertungswege und Verwertungsquoten

Auf die Verwertungswege wurde bereits eingegangen. Die getrennt gesammelte Menge wurde vollständig werkstofflichen Verwertungswegen zugeführt.

Tabelle 4-37: Flüssigkeitskarton – Verwertungswege

alle Angaben in kt		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	191,9	185,3	177,1	178,9	174,4	180,7
(b)	Werkstoffliche Verwertung	135,3	131,6	137,3	135,6	130,4	138,8
	Inland	135,3	131,6	137,0	135,5	130,2	128,9
	Ausland	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	9,9
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	135,3	131,6	137,3	135,6	130,4	138,8
	Inland	135,3	131,6	137,0	135,5	130,2	128,9
	Ausland	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	9,9
(e)	Energetische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	53,3	51,5	39,2	42,3	43,0	40,8
	Inland	53,3	51,5	39,2	42,3	43,0	40,8
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	53,3	51,5	39,2	42,3	43,0	40,8
	Inland	53,3	51,5	39,2	42,3	43,0	40,8
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	188,7	183,1	176,5	177,9	173,4	179,7
	Inland	188,7	183,1	176,2	177,8	173,2	169,8
	Ausland	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	9,9
(i)	Abfallmitverbrennung	2,1	1,4	0,4	0,6	0,6	0,7
	Inland	2,1	1,4	0,4	0,6	0,6	0,7
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	190,7	184,5	176,9	178,6	174,0	180,3
	Inland	190,7	184,5	176,6	178,5	173,9	170,4
	Ausland	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	9,9
(l)	Rest (auch Deponie)	1,2	0,8	0,2	0,3	0,4	0,4
	Inland	1,2	0,8	0,2	0,3	0,4	0,4
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

Tabelle 4-38: Flüssigkeitskarton – Verwertungsquoten

alle Angaben in %		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
(b)	Werkstoffliche Verwertung	70,5	71,0	77,5	75,8	74,8	76,8
	Inland	70,5	71,0	77,4	75,7	74,7	71,4
	Ausland	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	5,5
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	70,5	71,0	77,5	75,8	74,8	76,8
	Inland	70,5	71,0	77,4	75,7	74,7	71,4
	Ausland	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	5,5
(e)	Energetische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	27,8	27,8	22,1	23,7	24,7	22,6
	Inland	27,8	27,8	22,1	23,7	24,7	22,6
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	27,8	27,8	22,1	23,7	24,7	22,6
	Inland	27,8	27,8	22,1	23,7	24,7	22,6
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	98,3	98,8	99,6	99,5	99,4	99,4
	Inland	98,3	98,8	99,5	99,4	99,3	93,9
	Ausland	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	5,5
(i)	Abfallmitverbrennung	1,1	0,8	0,2	0,4	0,4	0,4
	Inland	1,1	0,8	0,2	0,4	0,4	0,4
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	99,4	99,6	99,9	99,8	99,8	99,8
	Inland	99,4	99,6	99,7	99,8	99,7	94,3
	Ausland	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	5,5
(l)	Rest (auch Deponie)	0,6	0,4	0,1	0,2	0,2	0,2
	Inland	0,6	0,4	0,1	0,2	0,2	0,2
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (f) soweit nicht als werkstoffliche Verwertung unter (b) berücksichtigt

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

4.12 Verpackungen aus Holz

Die Angaben zur Verwertung von Verpackungsholz beruhen bis 2004 fast ausschließlich auf Einschätzungen von Branchenexperten (BAV, ISD Fachabteilung Holz, HPE, WKI-Institut, BDE, HTP, Universität Hamburg) und Schätzungen in der Literatur. Die empirische Basis dieser Angaben war schmal.

Durch breit angelegte Primärerhebungen sind die Stoffströme im Altholzbereich heute etwas transparenter. Zu nennen sind zum einen die Altholzstudien im Auftrag des BDE⁴⁰, zum anderen verschiedene Altholzstudien, die federführend von Prof. Mantau im Auftrag von HAF, VDP und weiteren Verbänden durchgeführt wurden. Aus diesen Studien liegen Ergebnisse vor, deren empirische Basis inzwischen sehr belastbar ist⁴¹.

Das Aufkommen von Altholz setzt sich aus folgenden Quellen zusammen:

- ▶ Möbel,
- ▶ Holz aus Außenanwendungen,
- ▶ Bau- und Abbruchholz,
- ▶ Verpackungsholz.

Das Aufkommen von Verpackungsholz setzt sich zum weit überwiegenden Teil aus unbehandeltem Altholz zusammen. Das gilt für alle relevanten Teilgesamtheiten des Holzaufkommens aus Verpackungsabfällen:

- ▶ Einweg-Paletten,
- ▶ Mehrweg-Paletten,
- ▶ Kästen,
- ▶ Kabeltrommeln (ab 1989 aus unbehandeltem Holz),
- ▶ Verschläge, Leisten etc.

Demgegenüber sind Bau- und Abbruchhölzer, Möbelhölzer und Hölzer aus Außenanwendungen zum überwiegenden Teil mit Lacken, Holzschutzmitteln oder Beschichtungen behandelt und oder mit Beschlägen versehen. Für eine stoffliche Verwertung kommt nur unbehandelte Ware in Frage. Prozentuale Angaben über die Verwertungswege von Altholz sind daher nicht ohne weitere Annahmen auf Verpackungshölzer übertragbar.

Bereits die Angaben zu den Altholzmengen sind nur mit relativ hohen Fehlerbandbreiten zu bestimmen. Daher gibt nachfolgende Tabelle auch die Festlegungen für Altholz insgesamt wieder.

40 BDE, Kreislaufwirtschaft in der Praxis Nr. 9: Praxisgerechte Anforderungen an die Verwertung von Holzabfällen, Köln Mai 2000; im Folgenden zitiert als BDE-Studie.

41 Vgl. Mantau (2012b) „Holzrohstoffbilanz Deutschland“, Hamburg, Okt. 2012; Mantau/Weimar (2008) „Standorte der Holzwirtschaft: Altholz im Entsorgungsmarkt – Aufkommens- und Vermarktungsstruktur“. Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft, Hamburg, 2008 sowie: Mantau/Weimar/Wierling (2001) „Standorte der Holzwirtschaft, Altholz, Abschlussbericht zum Stand der Erfassung“, im Auftrag von HAF und VDP, Universität Hamburg, Dez. 2001, und: Mantau/Weimar (2002) „Standorte der Holzwirtschaft, Altholz, Bericht zur Abschlusssitzung des HAF“, im Auftrag von HAF und VDP, Dez. 2002, im Folgenden zitiert als HAF/VDP-Studie.

Tabelle 4-39: Aufkommen und Verwertungswege von Altholz

Angaben in kt	Altholz			Verpackungsholz (3)			Sonstiges Altholz (4)		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Abfallrelevantes Aufkommen	11.036	11.000	10.950	2.986	3.110	3.160	8.050	7.890	7.790
im Ausland verwertet (Exporte)	50	50	50	50	50	50	0	0	0
im Ausland werkstofflich verwertet	50	50	50	50	50	50	0	0	0
im Ausland energetisch verwertet	0	0	0	0	0	0	0	0	0
im Inland verwertet	7.020	7.020	7.060	1.920	1.920	1.950	5.100	5.100	5.110
im Inland werkstofflich verwertet (1)	1.310	1.310	1.330	750	750	770	560	560	560
im Inland energetisch verwertet	5.710	5.710	5.730	1.170	1.170	1.180	4.540	4.540	4.550
im Inland beseitigt (2)	3.966	3.966	3.840	1.016	1.016	1.160	2.950	2.950	2.680

zu Datenquellen, Annahmen und Erläuterungen siehe nachfolgenden Text

(1) darunter ca. 30 kt (Verpackungen: 10 kt), die kompostiert bzw. organisch verwertet werden

(2) Restgröße, inkl. Energetische Verwertung in MVA

(3) auch Kabeltrommeln

(4) inkl. Restholz u. Sonstiges Altholz

Datenquellen / Annahmen / Erläuterungen

Insgesamt ist mit einer abfallrelevanten Holzmenge von 8 bis 13 Mio. t Altholz zu rechnen. Die Festlegung auf rund 11 Mio. t orientiert sich an den gängigen Schätzungen in der Literatur⁴². Die abfallrelevante Altholzmenge wird auch als Altholzaufkommen bezeichnet. Zu beachten ist, dass dieser Begriff gelegentlich auch für die erfasste Altholzmenge verwendet wird.

Ab 2006 wurde auch Industrierestholz im Stoffstrommodell berücksichtigt. Darüber hinaus wurde angenommen, dass höhere Mengen Bau- und Abbruchholz und Altmöbel/Sperrgut zur Verwertung erfasst werden. Ansonsten folgen die Annahmen über die Verteilung des Aufkommens nach Anwendungsformen (vgl. Tabelle 4-40) den Angaben in der Literatur⁴³.

42 Vgl. z.B. Sundermann/Spoden/Dohr (1999): „Aufkommen und Verwertungswege für Altholz in Deutschland“, in Müll und Abfall, 5/99, S. 269-274; oder: Marutzky: "Altholz - unerwünschter Abfall oder wertvoller Rohstoff? Standortbestimmung unter Berücksichtigung der Biomasse- und Altholzverordnung"; in: Entsorga Schriften 37: Altholzverwertung - Gute Zeiten, schlechte Zeiten?; S. 61-69, Köln 2001, im Folgenden zitiert als Marutzky; vgl. auch: Bilitewski/Mantau: Stoffstrom-Modell-HOLZ: Bestimmung des Aufkommens, der Verwendung und des Verbleibs von Holzprodukten, Abschlussbericht, Studie im Auftrag des VDP, März 2005

43 Vgl. die Zusammenstellung in: BDE, Kreislaufwirtschaft in der Praxis Nr. 9: Praxisgerechte Anforderungen an die Verwertung von Holzabfällen, Köln Mai 2000; im Folgenden zitiert als BDE-Studie, sowie: Bilitewski/Mantau (2005)

- ▶ Für das Bezugsjahr 2016 gehen wir von einem Altholzaufkommen von rund 11,0 Mio. t aus.
- ▶ GVM beziffert die anfallende Menge von Altholz aus Verpackungsanwendungen in 2016 auf 3,16 Mio. t. Davon können 1,29 Mio. t als Verluste von Mehrwegverpackungen (v.a. Paletten) leicht erfasst werden.
- ▶ Die HAF-Studie mit dem Bezugsjahr 2006⁴⁴ und die Holzrohstoffbilanz⁴⁵ kommen zu dem belastbaren Ergebnis, dass vom Altholzaufkommen rund 7 Mio. t von der Entsorgungsindustrie zur Verwertung erfasst werden⁴⁶. Nicht berücksichtigt sind darin 1,2 Mio. Tonnen, die außerhalb der Entsorgungsindustrie im Gewerbe und in Haushalten zu Brennholz verarbeitet werden.
- ▶ Die Entwicklung der Exporte ist vor dem Hintergrund der stark steigenden inländischen Altholznachfrage zur energetischen Verwertung zu sehen. Die Exporte von Altholz haben wegen des inländischen Nachfragesogs mit Sicherheit abgenommen. Größenordnungen von bis zu 3,5 Mio. t sind nie realistisch gewesen. In einer Studie für den Holzabsatzfonds wird der Realitätsgehalt dieser Zahlen sehr kritisch hinterfragt. GVM folgt hier den Größenordnungen der Ergebnisse des Holzrohstoffmonitoring und beziffert die Althollexporte zur stofflichen Verwertung in 2015 mit 0,05 Mio. t⁴⁷.
- ▶ Die stoffliche Verwertung von Altholz im Verantwortungsbereich der Entsorgungsindustrie beziffert Mantau (2012) für das Bezugsjahr 2010 mit 1,05 Mio. Tonnen⁴⁸. Nicht berücksichtigt sind darin Mengen, die direkt an die Holzwerkstoffindustrie abgegeben werden. GVM beziffert die im Inland stofflich verwertete Altholzmenge in 2016 mit 1,33 Mio. t.
- ▶ Mantau/Weimar (2008) ermitteln für das Bezugsjahr 2006 eine Menge von 4,2 Mio. Tonnen Altholz, die im Verantwortungsbereich der Entsorgungswirtschaft einer energetischen Verwertung zugeführt wird. Bilitewski/Mantau (2005) gingen bereits für das Bezugsjahr 2002 von einer Gesamtmenge von 3,98 Mio. Tonnen aus⁴⁹. Mantau et al. (2012c) beziffert die energetische Verwertung auf 4,4 Mio. Tonnen in 2010. Nach Diskussion mit den genannten Autoren hält GVM eine Zuschätzung für gerechtfertigt, die berücksichtigt, dass weitere Mengen direkt von den Anfallstellen in die energetische Verwertung gehen. Für 2016 geht GVM von 5,73 Mio. Tonnen Altholz aus, die in die energetische Verwertung gelangen. Die Mengen, die in MVAs energetisch verwertet werden, sind darin nicht berücksichtigt.
- ▶ Über den Anteil der Verpackungen an den Verwertungsmengen liegen kaum Einschätzungen und erst recht keine erhobenen Daten vor. Unstrittig ist, dass sich die in der Spanplattenherstellung eingesetzten Altholzmengen überwiegend aus Verpackungen (d.h. v.a. Paletten und Verschläge) zusammensetzen und dass sich Verpackungshölzer am besten für die stoffliche Verwertung eignen. Auf der Basis der oben getroffenen Aussagen wurde ein Mengengerüst entwickelt, dessen wesentliche Annahmen in der nachfolgenden Tabelle nachvollziehbar gemacht werden.
- ▶ Ergebnis ist, dass 2016 0,77 Mio. t Verpackungen in der deutschen Holzwerkstoffindustrie stofflich verwertet wurden.

44 Vgl. hierzu auch: Mantau/Sörgel: Energieholzverwendung in privaten Haushalten: Marktvolumen und verwendete Holzsortimente, Dezember 2006

45 Vgl. Mantau (2012b, S 54f)

46 Vgl. Mantau/Weimar (2012b), S. 54f

47 Vgl. Mantau, Weimar, Kloock (2012c), S. 17; Vgl. auch Mantau/Weimar (2008);

48 Vgl. Mantau (2012b) S. 54f

49 Vgl. Bilitewski/Mantau (2005), S. 16

- ▶ Altholz wird auch nach Deutschland importiert. Mantau (2012b) beziffert den Import inzwischen auf 4 Mio. t.⁵⁰ Über die Höhe der Altholzimporte aus Verpackungsanwendungen können jedoch keine Angaben gemacht werden.

Tabelle 4-40: Verwertung von Altholz nach Sorten 2016 – Annahmen

	Abfall-relevante Menge Altholz	davon zur Verwertung erfasst (2)		davon zur Verwertung exportiert		davon stofflich	davon energetisch
		in %	in kt	in %	in kt		
	in kt	in %	in kt	in %	in kt	in kt	in kt
Verpackungsholz (1)	3.160	63,3	2.000	2,5	50	50	0
Bau- und Abbruchholz	3.040	65,8	2.000	0,0	0	0	0
Holz aus Außenanwendungen	800	63,8	510	0,0	0	0	0
Altmöbel / Sperrgut / Restholz / Sonstiges	3.950	65,8	2.600	0,0	0	0	0
Gesamt - Sollmenge	10.950	64,9	7.110	0,7	50	50	0
	im Inland verbleibt	davon werkstofflich verwertet		energetisch verwertet		beseitigt insgesamt	
		in %	in kt	in %	in kt	in %	in kt
Verpackungsholz (1)	1.950	39,5	770	60,5	1.180	36,7	1.160
Bau- und Abbruchholz	2.000	10,0	200	90,0	1.800	34,2	1.040
Holz aus Außenanwendungen	510	2,0	10	98,0	500	36,3	290
Altmöbel / Sperrgut / Restholz / Sonstiges	2.600	13,5	350	86,5	2.250	34,2	1.350
Gesamt - Sollmenge	7.060	18,8	1.330	81,2	5.730	35,1	3.840

(1) einschließlich Kabeltrommeln

(2) nicht berücksichtigt ist hier Altholz, das von Haushalten und Gewerbe zu Brennholz verarbeitet wird.

Verwertungswege und Verwertungsquoten in der Übersicht

Die Ergebnisse werden nachfolgend zusammenfassend wiedergegeben.

Zuvor wurde bereits die energetische Verwertung von separat gesammelten Holzverpackungen ausgewiesen.

Hinzu kommt die energetische Verwertung von Holzverpackungen, die

- ▶ in MVAs verbrannt werden, welche das R1-Kriterium der Anlage 2 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes erfüllen oder

50 Vgl. Mantau (2012b), S. 54f

- ▶ in MBAs zu Sekundärbrennstoffen verarbeitet werden.

Zum rechtlichen Hintergrund und zur Berechnungsmethodik ist auf die Erläuterungen in Kapitel 4.2 zu verweisen.

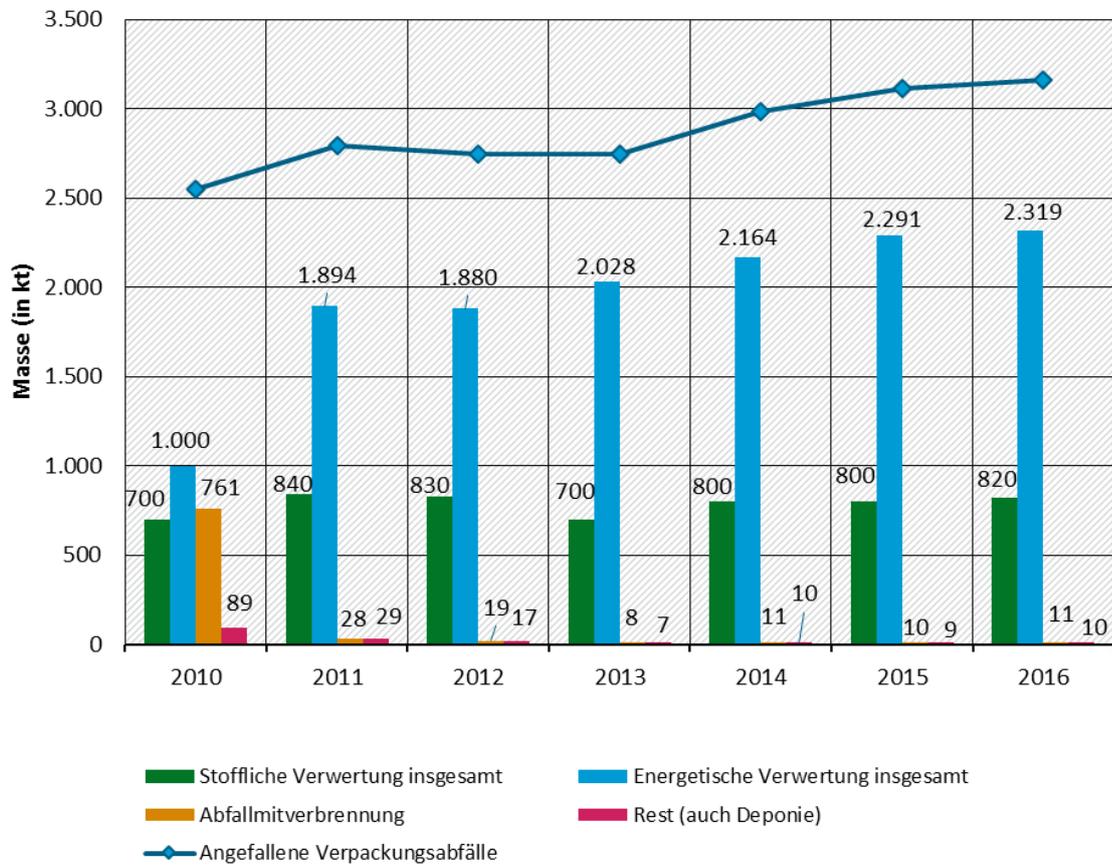
Holzverpackungen, die in Verbrennungsanlagen mit R1-Status verbrannt werden, werden dabei zu 100 % der energetischen Verwertung zugerechnet.

Tabelle 4-41: Holz aus Verpackungsanwendungen – Verwertungsmengen

alle Angaben in kt		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	2.791,3	2.746,4	2.743,2	2.985,9	3.110,1	3.159,8
(b)	Werkstoffliche Verwertung	810,0	800,0	690,0	790,0	790,0	810,0
	Inland	720,0	750,0	640,0	740,0	740,0	760,0
	Ausland	90,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	30,0	30,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	Inland	30,0	30,0	10,0	10,0	10,0	10,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	840,0	830,0	700,0	800,0	800,0	820,0
	Inland	750,0	780,0	650,0	750,0	750,0	770,0
	Ausland	90,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
(e)	Energetische Verwertung	950,0	1.020,0	1.100,0	1.220,0	1.170,0	1.180,0
	Inland	950,0	1.020,0	1.100,0	1.220,0	1.170,0	1.180,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	944,1	859,7	928,5	944,2	1.121,5	1.139,2
	Inland	944,1	859,7	928,5	944,2	1.121,5	1.139,2
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	1.894,1	1.879,7	2.028,5	2.164,2	2.291,5	2.319,2
	Inland	1.894,1	1.879,7	2.028,5	2.164,2	2.291,5	2.319,2
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	2.734,1	2.709,7	2.728,5	2.964,2	3.091,5	3.139,2
	Inland	2.644,1	2.659,7	2.678,5	2.914,2	3.041,5	3.089,2
	Ausland	90,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
(i)	Abfallmitverbrennung	28,1	19,3	7,8	11,4	9,8	10,8
	Inland	28,1	19,3	7,8	11,4	9,8	10,8
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	2.762,2	2.729,0	2.736,2	2.975,6	3.101,3	3.150,0
	Inland	2.672,2	2.679,0	2.686,2	2.925,6	3.051,3	3.100,0
	Ausland	90,0	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
(l)	Rest (auch Deponie)	29,1	17,4	7,0	10,3	8,8	9,8
	Inland	29,1	17,4	7,0	10,3	8,8	9,8
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

Abbildung 4-7: Entsorgungswege Holzverpackungen



GVM, 2018

Tabelle 4-42: Holz aus Verpackungsanwendungen – Verwertungsquoten

alle Angaben in %		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
(b)	Werkstoffliche Verwertung	29,0	29,1	25,2	26,5	25,4	25,6
	Inland	25,8	27,3	23,3	24,8	23,8	24,1
	Ausland	3,2	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	1,1	1,1	0,4	0,3	0,3	0,3
	Inland	1,1	1,1	0,4	0,3	0,3	0,3
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	30,1	30,2	25,5	26,8	25,7	26,0
	Inland	26,9	28,4	23,7	25,1	24,1	24,4
	Ausland	3,2	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6
(e)	Energetische Verwertung	34,0	37,1	40,1	40,9	37,6	37,3
	Inland	34,0	37,1	40,1	40,9	37,6	37,3
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	33,8	31,3	33,8	31,6	36,1	36,1
	Inland	33,8	31,3	33,8	31,6	36,1	36,1
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	67,9	68,4	73,9	72,5	73,7	73,4
	Inland	67,9	68,4	73,9	72,5	73,7	73,4
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	97,9	98,7	99,5	99,3	99,4	99,3
	Inland	94,7	96,8	97,6	97,6	97,8	97,8
	Ausland	3,2	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6
(i)	Abfallmitverbrennung	1,0	0,7	0,3	0,4	0,3	0,3
	Inland	1,0	0,7	0,3	0,4	0,3	0,3
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	99,0	99,4	99,7	99,7	99,7	99,7
	Inland	95,7	97,5	97,9	98,0	98,1	98,1
	Ausland	3,2	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6
(l)	Rest (auch Deponie)	1,0	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3
	Inland	1,0	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

4.13 Sonstige Packstoffe

Über die werkstoffliche Verwertung von textilen Packstoffen, Kautschuk und Keramik liegen keine Angaben vor.

Es ist davon auszugehen, dass sie zum weit überwiegenden Teil

- ▶ dem Restmüll zugeführt werden,
- ▶ als Störstoffe der Glassammlung zugeführt werden,
- ▶ bei Mehrwegabfüllern (Keramikverschlüsse) anfallen.
- ▶ Soweit Packmittel aus sonstigen Packstoffen in die Leichtstofffraktion gelangen, dürften sie den Sortierresten zufallen.
- ▶ Die Packstoffe Gummi, Kautschuk und Textilien haben jedoch einen kalorischen Wert.
- ▶ Daher ist die energetische Verwertung von sonstigen Packstoffen auszuweisen, die
 1. in MVAs verbrannt werden, welche das R1-Kriterium der Anlage 2 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes erfüllen oder
 2. in MBAs zu Sekundärbrennstoffen verarbeitet werden.

Zum rechtlichen Hintergrund und zur Berechnungsmethodik ist auf die Erläuterungen in Kapitel 4-2 zu verweisen.

Verpackungen aus sonstigen Packstoffen, die in Verbrennungsanlagen mit R1-Status verbrannt werden, sind insoweit als energetisch verwertet ausgewiesen, als das Material hochkalorisch ist. Daher werden z.B. die Keramikverschlüsse nicht energetisch verwertet.

Der Packstoff Kork wird in den beiden nachfolgenden Tabellen nicht mitberücksichtigt, weil Korkverpackungen auch Gegenstand des vorstehenden Kapitels „Verpackungen aus Holz“ sind. Aus diesem Grund stimmen die Tonnagen der Tabelle 4-43 und die Prozentwerte der Tabelle 4-44 nicht mit den Zusammenfassungen in den übergeordneten Tabellen überein, insbesondere

- Tabelle 2-1: In Deutschland angefallene und innerhalb Deutschlands oder in einem anderen Staat verwertete oder in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung verbrannte Verpackungsabfallmengen (2016), S. 27.
- Tabelle 2-4: Berechnung der in Deutschland im Jahr 2016 angefallenen Verpackungsabfälle (in kt), S. 31.
- Tabelle 5-2: Entwicklung der Verwertungsquote und der Quote der Verwertung oder Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung, S. 145.

Tabelle 4-43: Sonstige Packstoffe – Verwertungsmengen

alle Angaben in kt		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	21,4	19,5	20,0	20,9	22,2	24,9
(b)	Werkstoffliche Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(e)	Energetische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	18,2	16,5	15,9	16,4	17,6	19,6
	Inland	18,2	16,5	15,9	16,4	17,6	19,6
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	18,2	16,5	15,9	16,4	17,6	19,6
	Inland	18,2	16,5	15,9	16,4	17,6	19,6
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	18,2	16,5	15,9	16,4	17,6	19,6
	Inland	18,2	16,5	15,9	16,4	17,6	19,6
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(i)	Abfallmitverbrennung	2,9	2,4	3,2	3,6	3,7	4,2
	Inland	2,9	2,4	3,2	3,6	3,7	4,2
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	21,0	18,9	19,2	20,0	21,3	23,8
	Inland	21,0	18,9	19,2	20,0	21,3	23,8
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(l)	Rest (auch Deponie)	0,4	0,6	0,8	0,9	0,9	1,1
	Inland	0,4	0,6	0,8	0,9	0,9	1,1
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (f) soweit nicht als werkstoffliche Verwertung unter (b) berücksichtigt

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

Tabelle 4-44: Sonstige Packstoffe – Verwertungsquoten

alle Angaben in %		2011	2012	2013	2014	2015	2016
(a)	Angefallene Verpackungsabfälle	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
(b)	Werkstoffliche Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(c)	Rohstoffliche, organische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(d)	Stoffliche Verwertung insgesamt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(e)	Energetische Verwertung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Inland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(f)	Energetisch aus MVA, MBA	84,8	84,5	79,7	78,3	79,3	78,9
	Inland	84,8	84,5	79,7	78,3	79,3	78,9
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(g)	Energetische Verwertung insgesamt	84,8	84,5	79,7	78,3	79,3	78,9
	Inland	84,8	84,5	79,7	78,3	79,3	78,9
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(h)	Gesamtmenge Verwertung	84,8	84,5	79,7	78,3	79,3	78,9
	Inland	84,8	84,5	79,7	78,3	79,3	78,9
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(i)	Abfallmitverbrennung	13,5	12,4	16,2	17,4	16,6	16,9
	Inland	13,5	12,4	16,2	17,4	16,6	16,9
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(k)	Verwertung u. Mitverbrennung	98,3	96,9	95,9	95,7	95,9	95,8
	Inland	98,3	96,9	95,9	95,7	95,9	95,8
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
(l)	Rest (auch Deponie)	1,7	3,1	4,1	4,3	4,1	4,2
	Inland	1,7	3,1	4,1	4,3	4,1	4,2
	Ausland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

zu (f) soweit nicht als werkstoffliche Verwertung unter (b) berücksichtigt

zu (i) soweit nicht bereits als energetische Verwertung unter (f) berücksichtigt

5 Verwertung von Verpackungen in der Übersicht

Nachfolgend wird die Entwicklung der Verwertungs- und Recyclingquoten⁵¹ wiedergegeben.

Die tabellarischen Ergebnisse erstrecken sich über den Zeitraum 2008 bis 2016.

In den grafischen Darstellungen werden zum Teil auch Ergebnisse für weiter zurückliegende Bezugsjahre dokumentiert. Im Hinblick auf die tabellarischen Ergebnisse für die Bezugsjahre bis 2007 und ihre methodischen Grundlagen, so können die Informationen dem Bericht für das Bezugsjahr 2007 entnommen werden, der vom Umweltbundesamt veröffentlicht wurde.

Es ist darauf hinzuweisen, dass hier die Ergebnisse dokumentiert werden, die offiziell an die Europäische Union gemeldet wurden⁵².

Auf eine Kommentierung der zusammengefassten Ergebnisse verzichten wir an dieser Stelle und verweisen hierzu auf die Kapitel 4-1 bis 4-13.

Die Quote der stofflichen Verwertung hat gegenüber 2015 um 1,4 %-Punkte zugenommen.

Die werkstoffliche Verwertungsquote stieg gegenüber 2015 um 1,3 %-Punkte.

Die Quote der Gesamtverwertung (stofflich und energetisch) blieb im Vergleich zu 2015 unverändert: 97 %

Die Entwicklung der absoluten Mengen ab 2010 geben die Tabelle 5-4 bis Tabelle 5-5 wieder.

51 In der deutschen Übersetzung der EU-Tabellenformate wird der Begriff „Rate“ statt Quote verwendet. Der Begriff der Rate ist jedoch Zeitraum bezogenen Größen vorbehalten (z.B. Geburtenrate). Hier liegt eine sogenannte echte Quote im statistischen Sinne vor: der Zähler ist eine Teilgesamtheit der Grundgesamtheit im Nenner.

52 D.h. soweit rückwirkende Änderungen bzw. Korrekturen am Verpackungsverbrauch oder an den Verwertungsmengen notwendig waren, sind sie hier nicht eingearbeitet. Für die Bezugsjahre 2003 bis 2015 gab es nach Fertigstellung der Ergebnisse für das Umweltbundesamt keine signifikanten Änderungen.

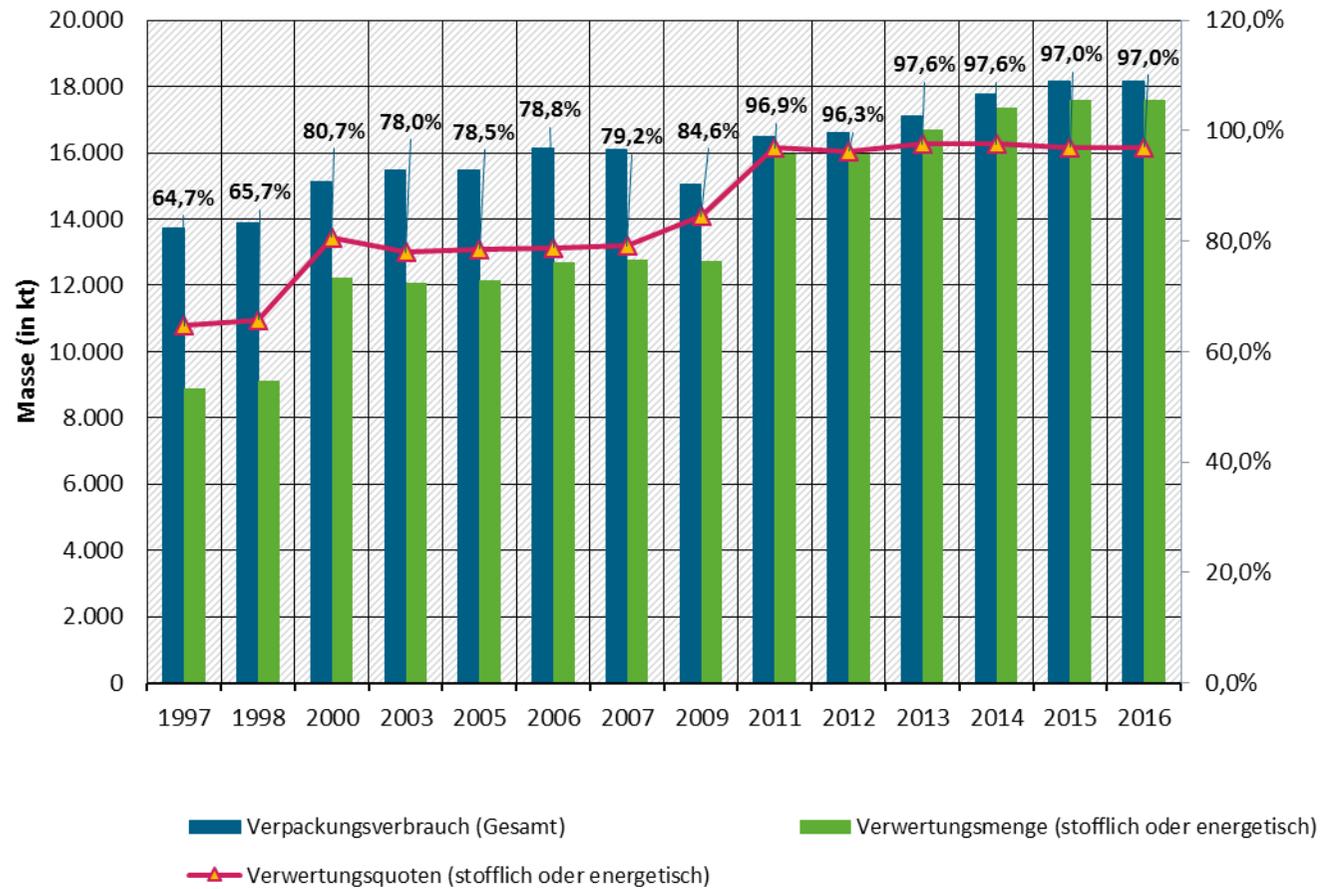
Tabelle 5-1: Entwicklung der Quoten der werkstofflichen und der stofflichen Verwertung

Material	Quote der werkstofflichen Verwertung						Quote der stofflichen Verwertung						
	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2010	2012	2013	2014	2015	2016	
Glas	86,0 %	84,7 %	88,7 %	89,0 %	85,2 %	85,5 %	86,0 %	84,7 %	88,7 %	89,0 %	85,2 %	85,5 %	
Kunststoff	45,1 %	47,0 %	46,8 %	47,3 %	47,4 %	48,4 %	49,4 %	49,5 %	49,4 %	50,2 %	48,8 %	49,7 %	
Papier / Karton (1)	89,6 %	87,2 %	87,8 %	86,9 %	85,3 %	88,4 %	90,2 %	87,6 %	88,2 %	87,3 %	85,7 %	88,7 %	
Metall	Aluminium	87,7 %	87,7 %	89,3 %	88,1 %	87,5 %	87,9 %	87,7 %	87,7 %	89,3 %	88,1 %	87,5 %	87,9 %
	Stahl (2)	93,3 %	92,9 %	93,7 %	93,0 %	92,0 %	92,1 %	93,3 %	92,9 %	93,7 %	93,0 %	92,0 %	92,1 %
	Insgesamt	92,7 %	92,3 %	93,2 %	92,5 %	91,5 %	91,6 %	92,7 %	92,3 %	93,2 %	92,5 %	91,5 %	91,6 %
Holz	26,3 %	29,2 %	25,2 %	26,5 %	25,4 %	25,6 %	27,5 %	30,3 %	25,5 %	26,8 %	25,8 %	26,0 %	
Sonstige	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Insgesamt	71,5 %	70,5 %	71,2 %	70,7 %	68,9 %	70,2 %	72,6 %	71,3 %	71,8 %	71,4 %	69,3 %	70,7 %	

(1) einschließlich Flüssigkeitskarton

(2) Weißblech, Sonstiger Stahl

Abbildung 5-1: Übersicht über den Verpackungsverbrauch und die Mengen der Verwertung (stoffliche oder energetisch)



GVM, 2018

Tabelle 5-2: Entwicklung der Verwertungsquote und der Quote der Verwertung oder Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung

Material	Quote der Verwertung (stofflich oder energetisch)						Quote der Verwertung oder Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung						
	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2010	2012	2013	2014	2015	2016	
Glas	86,0 %	84,7 %	88,7 %	89,0 %	85,2 %	85,5 %	86,0 %	84,7 %	88,7 %	89,0 %	85,2 %	85,5 %	
Kunststoff	75,0 %	99,0 %	99,6 %	99,5 %	99,5 %	99,4 %	97,2 %	99,7 %	99,9 %	99,8 %	99,8 %	99,8 %	
Papier / Karton (1)	92,0 %	99,4 %	99,8 %	99,7 %	99,7 %	99,7 %	98,7 %	99,8 %	99,9 %	99,8 %	99,7 %	99,8 %	
Metall	Aluminium	87,7 %	91,4 %	92,6 %	91,8 %	91,3 %	91,6 %	96,5 %	97,0 %	97,4 %	97,1 %	97,0 %	97,1 %
	Stahl (2)	93,3 %	92,9 %	93,7 %	93,0 %	92,0 %	92,1 %	93,3 %	92,9 %	93,7 %	93,0 %	92,0 %	92,1 %
	Insgesamt	92,7 %	92,7 %	93,6 %	92,9 %	91,9 %	92,0 %	93,6 %	93,3 %	94,1 %	93,5 %	92,6 %	92,7 %
Holz	66,7 %	98,8 %	99,5 %	99,4 %	99,6 %	99,3 %	96,5 %	99,5 %	99,7 %	99,8 %	99,9 %	99,7 %	
Sonstige	-	-	-	-	-	-	74,9 %	82,5 %	82,4 %	78,7 %	79,1 %	80,3 %	
Insgesamt	84,0 %	96,3 %	97,6 %	97,6 %	97,0 %	97,0 %	95,6 %	96,8 %	97,7 %	97,8 %	97,2 %	97,2 %	

(1) einschließlich Flüssigkeitskarton

(2) Weißblech, Sonstiger Stahl

Abbildung 5-2: Entwicklung der Verwertungsquoten (stofflich oder energetisch)

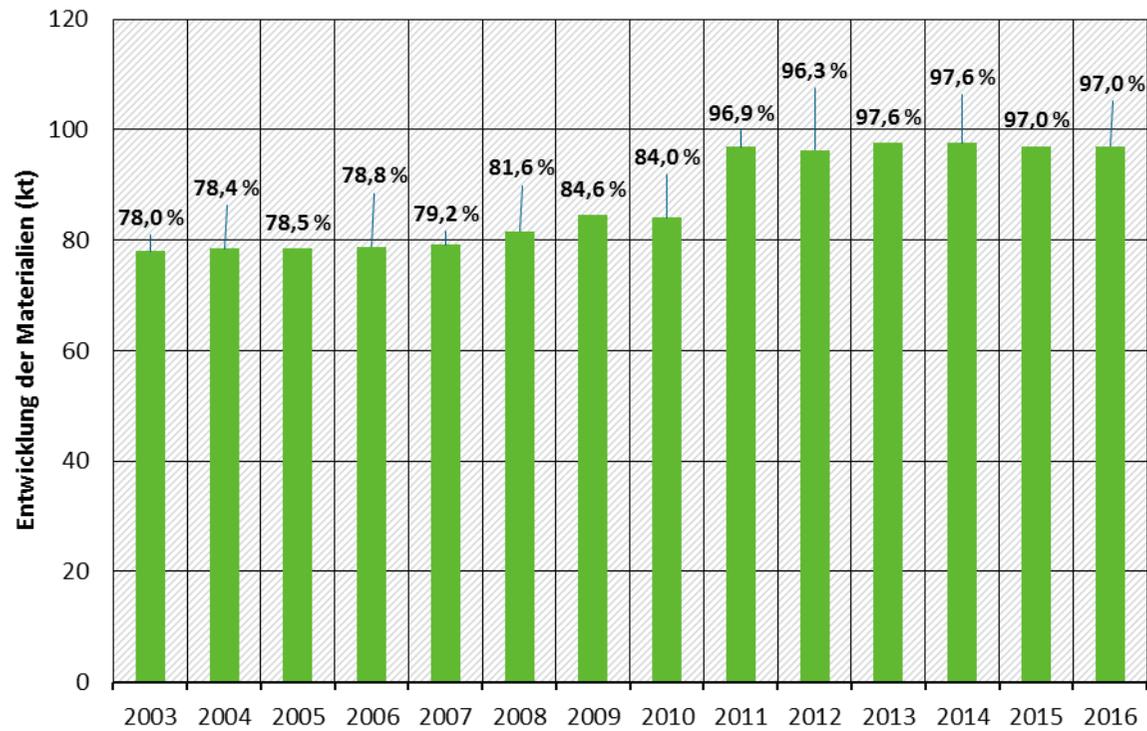


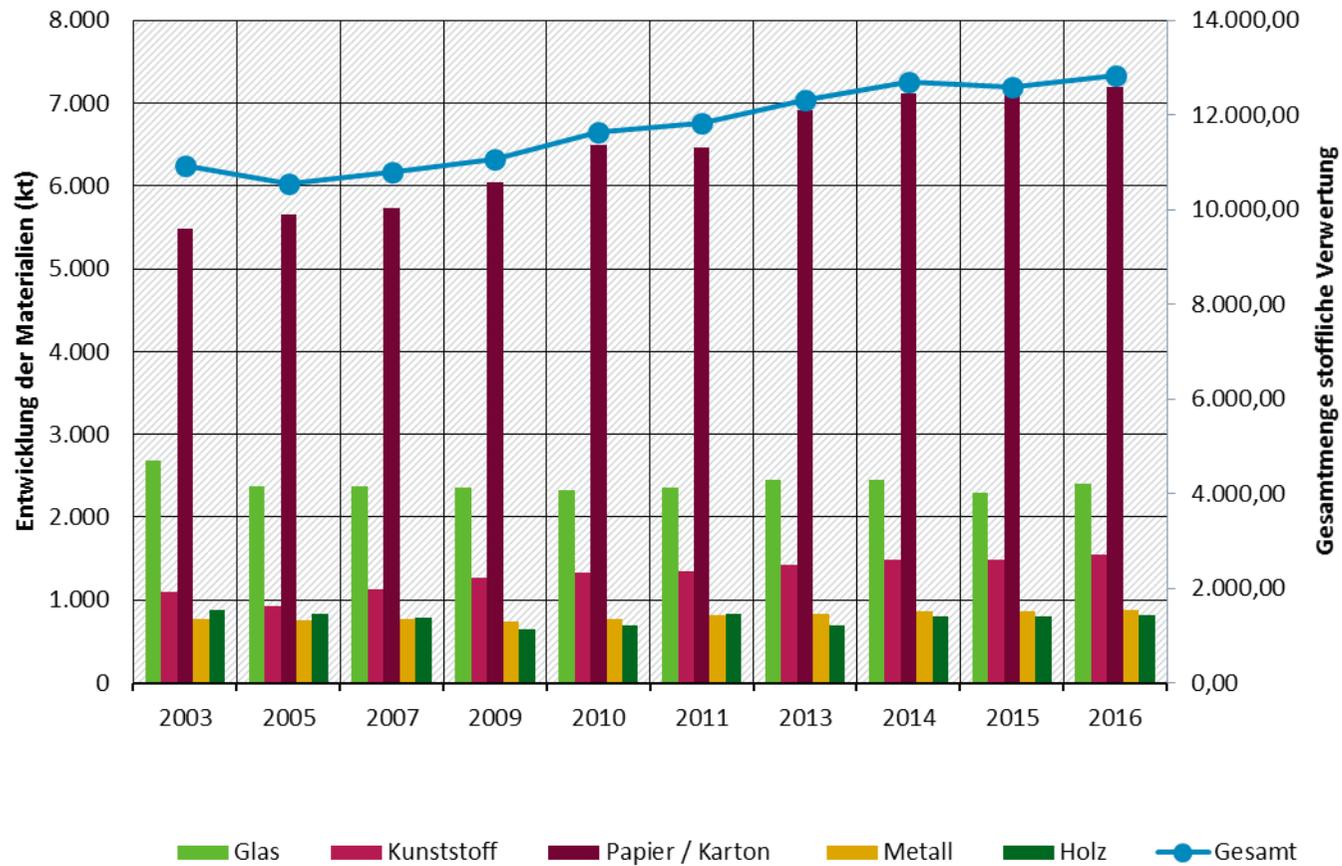
Tabelle 5-3: Entwicklung der werkstofflichen und der stofflichen Verwertungsmengen

Material	Werkstoffliche Verwertung (in kt)						Stoffliche Verwertung (in kt)						
	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2010	2012	2013	2014	2015	2016	
Glas	2.331,9	2.376,6	2.446,0	2.445,5	2.292,0	2.401,8	2.331,9	2.376,6	2.446,0	2.445,5	2.292,0	2.401,8	
Kunststoff	1.213,6	1.333,4	1.345,7	1.392,0	1.445,7	1.498,3	1.327,6	1.404,9	1.418,0	1.479,0	1.490,0	1.540,3	
Papier / Karton (1)	6.451,0	6.342,8	6.880,6	7.080,0	7.109,0	7.165,2	6.492,3	6.373,4	6.911,1	7.110,0	7.139,0	7.195,2	
Metall	Aluminium	79,5	83,9	87,3	94,6	96,0	100,4	79,5	83,9	87,3	94,6	96,0	100,4
	Stahl (2)	692,8	751,0	742,6	763,7	770,5	777,5	692,8	751,0	742,6	763,7	770,5	777,5
	Insgesamt	772,3	834,9	829,8	858,3	866,5	877,9	772,3	834,9	829,8	858,3	866,5	877,9
Holz	670,0	800,0	690,0	790,0	790,0	810,0	700,0	830,0	700,0	800,0	800,0	820,0	
Sonstige	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Insgesamt	11.438,8	11.687,8	12.192,1	12.565,8	12.503,2	12.753,2	11.624,1	11.819,9	12.304,9	12.692,8	12.587,5	12.835,3	

(1) einschließlich Flüssigkeitskarton

(2) Weißblech, Sonstiger Stahl

Abbildung 5-3: Entwicklung der stofflichen Verwertung in Deutschland nach Materialien (in kt)



GVM, 2018

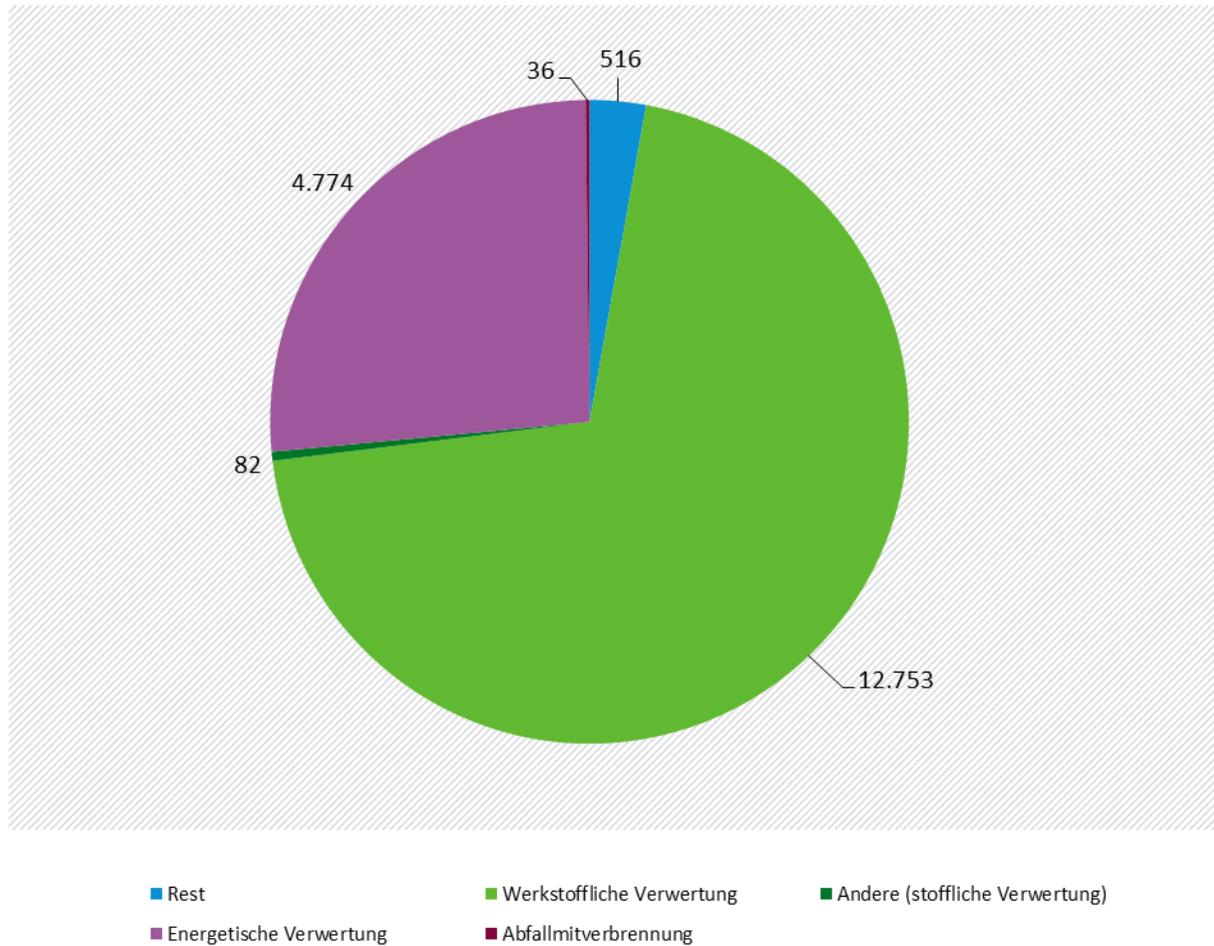
Tabelle 5-4: Entwicklung der Verwertung oder Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung

Material	Mengen der Verwertung - stofflich oder energetisch (in kt)						Mengen der Verwertung oder Verbrennung in Abfallverbrennungsanlagen mit Energierückgewinnung (in kt)						
	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2010	2012	2013	2014	2015	2016	
Glas	2.331,9	2.376,6	2.446,0	2.445,5	2.292,0	2.401,8	2.331,9	2.376,6	2.446,0	2.445,5	2.292,0	2.401,8	
Kunststoff	2.016,7	2.808,5	2.863,1	2.931,5	3.035,8	3.079,6	2.614,8	2.826,9	2.869,7	2.940,7	3.046,5	3.091,4	
Papier / Karton (1)	6.623,1	7.228,1	7.825,9	8.127,6	8.306,0	8.087,4	7.101,1	7.256,5	7.828,4	8.130,4	8.309,3	8.090,0	
Metall	Aluminium	79,5	87,4	90,5	98,5	100,2	104,6	87,5	92,8	95,2	104,3	106,4	110,9
	Stahl (2)	692,8	751,0	742,6	763,7	770,5	777,5	692,8	751,0	742,6	763,7	770,5	777,5
	Insgesamt	772,3	838,4	833,1	862,2	870,7	882,1	780,3	843,8	837,8	868,0	876,9	888,4
Holz	1.700,0	2.709,7	2.728,5	2.964,2	3.091,5	3.139,2	2.460,7	2.729,0	2.736,2	2.975,6	3.101,3	3.150,0	
Sonstige	-	16,5	15,9	16,4	17,6	19,6	16,0	18,9	19,2	20,0	21,3	23,8	
Insgesamt	13.444,0	15.977,9	16.712,4	17.347,3	17.613,6	17.609,8	15.304,8	16.051,7	16.737,2	17.380,2	17.647,2	17.645,4	

(1) einschließlich Flüssigkeitskarton

(2) Weißblech, Sonstiger Stahl

Abbildung 5-4: Verwertung und Beseitigung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2016 (in kt)



*Zu Abfallmitverbrennung: Soweit kein R1-Status

Tabelle 5-5: Entwicklung des Verpackungsverbrauchs (Marktmenge) und des Verpackungsverbrauchs zur Entsorgung

Material	Verpackungsverbrauch - Marktmenge (in kt)						Verpackungsverbrauch zur Entsorgung (in kt)						
	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2010	2012	2013	2014	2015	2016	
Glas	2.711,8	2.807,1	2.758,0	2.748,3	2.690,2	2.808,1	2.711,8	2.807,1	2.758,0	2.748,3	2.690,2	2.808,1	
Kunststoff	2.894,0	3.040,7	3.067,4	3.159,8	3.261,2	3.303,3	2.690,1	2.836,7	2.873,3	2.945,6	3.052,2	3.097,7	
Papier / Karton (1)	7.291,7	7.357,2	7.921,5	8.244,5	8.427,6	8.207,2	7.196,2	7.272,4	7.838,9	8.148,8	8.331,2	8.108,0	
Metall	Aluminium	127,6	132,2	135,8	147,3	149,2	154,5	90,6	95,7	97,7	107,4	109,7	114,2
	Stahl (2)	742,8	808,8	792,5	820,8	837,5	844,3	742,8	808,8	792,5	820,8	837,5	844,3
	Insgesamt	870,4	941,0	928,3	968,1	986,7	998,8	833,4	904,5	890,2	928,2	947,2	958,5
Holz	2.549,7	2.743,0	2.743,2	2.981,4	3.105,4	3.159,8	2.549,7	2.743,0	2.743,2	2.981,4	3.105,4	3.159,8	
Sonstige	21,6	23,1	23,5	25,6	27,1	30,0	21,4	22,9	23,3	25,4	26,9	29,7	
Insgesamt	16.339,2	16.912,1	17.441,9	18.127,7	18.498,2	18.507,2	16.002,6	16.586,6	17.126,9	17.777,7	18.153,1	18.161,8	

(1) einschließlich Flüssigkeitskarton

(2) Weißblech, Sonstiger Stahl

6 Fehlerbetrachtung

Ziel der folgenden Ausführungen ist es, Anhaltspunkte über die Qualität der Mengenangaben zu geben. Hierzu werden die Fehler in der Ermittlung der Verbrauchs- und Verwertungsmengen qualitativ und quantitativ beschrieben.

Dabei wurden die Fehlerschätzungen nicht in detaillierter Weise bestimmt. Vielmehr wurde auf der Basis der Fehlerangaben für die Vorjahre in qualitativer Weise entschieden, ob der mutmaßliche Fehler größer oder kleiner geworden ist.

6.1 Fehlerbetrachtung Verpackungsverbrauch

Zur Bestimmung des maximalen Fehlers ist es notwendig, die unsicheren Parameter mit höchstmöglichen und niedrigstmöglichen Werten anzunehmen und die Fehlerfortpflanzung zu kontrollieren. Wegen der Fülle der untersuchten Einzelbranchen und Packmittelsegmente kann dies nicht in der notwendigen größten Detailliertheit geschehen.

Um gleichwohl nachvollziehbare und möglichst objektivierbare Kriterien zur Fehlerbeurteilung heranzuziehen, wurde die Berechnung des Verpackungsverbrauchs in der nachfolgenden Übersicht in die wichtigsten Einzelschritte zerlegt. Für die einzelnen Materialgruppen und deren wichtigste Packmittelgruppen wurden die wesentlichen Schwächen (minus) und Stärken (plus) in der Verbrauchsermittlung gekennzeichnet. Die Tabelle ist folgendermaßen zu interpretieren:

Spalte 1 bis 3

Beurteilung der Qualität und Aussagekraft der Bundesstatistik zur Produktion (Spalte 1) und zum Außenhandel (Spalte 2) von Leerpackmitteln. Um Anhaltspunkte zur jeweiligen Bedeutung der Produktions- und Außenhandelsstatistik für die Berechnung der Marktversorgung mit Leerpackmitteln zu geben, wird in der Tabelle der Anteil der Leerimporte am Verpackungseinsatz wiedergegeben.

Der Anteil der Leerimporte am Verpackungseinsatz blieb in 2016 mit 24,5 % unverändert im Vergleich zu 2015.

Spalte 4

Daneben wird die Qualität und Aussagekraft der nichtamtlichen Statistiken beurteilt (vorwiegend Firmen- und Verbandsstatistiken). Verbandsstatistiken, die im Wesentlichen auf der Bundesstatistik aufbauen und daher keine eigenständigen Quellen darstellen (z.B. Kunststoff), werden hier als „schwach“ bewertet, auch wenn es sich im Regelfall um eine gute Aufbereitung des vorliegenden statistischen Materials handelt.

Spalte 5

Basis der füllgutbezogenen Verbrauchsberechnung für die Ermittlung der in Verkehr gebrachten Füllgutmengen waren für das Bezugsjahr 2015 detaillierte Erhebungen in ausgewählten Füllgutsegmenten. Quellen waren schriftliche und telefonische Befragungen der Packmittel herstellenden und abfüllenden Industrie, store-checks, Ergebnisse der Konsumgütermarktforschung, Bundesstatistiken, sowie Verbands-, und Firmenstatistiken. Überdies wurde für eine Reihe von Füllgutsegmenten für die Fort-

schreibung der Ergebnisse von 2015 auf 2016 auf Daten der IRI Group zurückgegriffen. Die für das jeweilige Packmittelsegment wichtigsten Füllgutsegmente werden hier im Hinblick auf die Qualität der Verbrauchsberechnung beurteilt.

Spalte 6

GVM unterhält eine Datenbank über Verpackungsmuster. Es werden regelmäßig Probekäufe (insbesondere für Importprodukte) durchgeführt und die Packmittel vermessen, ausgewogen und verschiedene Parameter der Packmittel aufgenommen. In der Spalte 6 wird bewertet, wie gut diese Datenbasis ist, und welche Schwierigkeiten bestehen, die Messgewichte im notwendigen Maße zu Durchschnittsgewichten zusammenzufassen (z.B. abhängig von der Streuung der Einzelgewichte je Füllgröße).

Spalten 7, 8 und 9

Auch die Genauigkeit der ermittelten Struktur des Packmitteleinsatzes und der Daten zum gefüllten Außenhandel muss bewertet werden:

Ist in den relevanten Füllgutsegmenten die Füllgrößenstruktur übersichtlich? Ist die Struktur nach Materialien übersichtlich?

Wird das Packmittel stark konzentriert in Füllgutbranchen mit guter Datenqualität eingesetzt oder ist das Gegenteil der Fall?

Um die relative Bedeutung des Außenhandels mit befüllten Verpackungen wiederzugeben, wird in Spalte 9 der Anteil der Importe von befüllten Verpackungen am Verpackungsverbrauch angegeben.

Gegenüber dem Vorjahr hat der Anteil der importierten gefüllten Verpackungen am Verpackungsverbrauch (Marktmenge) erneut zugenommen: um 0,1 Prozentpunkte auf 31,2 %.

Spalte 10

In Spalte 10 wird der Umfang der Erfassung durch füllgutbezogene Marktforschung qualitativ beurteilt. Diese Beurteilung gibt an, welche Anteile am Gesamtverbrauch durch die Ergebnisse aus der füllgutbezogenen Verbrauchsberechnung abgedeckt werden. Für die Qualität der Ergebnisse ist dies von besonderer Bedeutung, weil die Gegenrechnung zwischen der Marktversorgung mit Leerpakmitteln und dem Packmitteleinsatz nur bei einer hohen „Erfassungsquote“ zu einer Verbesserung der Datenqualität führen kann.

Spalten 11 und 12

Die qualitativen Beurteilungen werden hier zu einer quantitativen Einschätzung des maximalen (bzw. mittleren) Fehlers verdichtet. An dieser Stelle ist zu berücksichtigen, welche Methode der Verbrauchsberechnung (Packmittel bezogen vs. Füllgut bezogen) von GVM im jeweiligen Packmittelsegment als valider eingeschätzt wird und das Ergebnis letztendlich beherrscht.

Tabelle 6-1: Fehlerquellen in der Ermittlung des Verpackungsverbrauchs – 2016

		Qualität der Produktionsstatistik	Qualität der Außenhandelsstatistik	Anteil Leerimporte am Verpackungseinsatz	Qualität von Verbands- und/oder Firmenangaben	Qualität der Füllgutverbraucherermittlung	Genauigkeit des durchschnittlichen Einsatzgewichts	Genauigkeit der Struktur des Verpackungseinsatzes	Genauigkeit der Struktur des gefüllten Außenhandels	Anteil gefüllte Importe am Verbrauch (Marktmenge)	Erfassung durch füllgutbezogene Marktforschung	Einschätzung des mittleren absoluten Fehlers	Einschätzung des maximalen Fehlers
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Verbrauchsber. Packmittel				Verbrauchsberechnung Füllgüter ("von unten")							
Glas				15 %						30 %		+/- 2,0 %	+/- 4,0 %
Getränkglas		++	++		++	++	+	++	+		++		
Konservenglas		++	++		++	++	+	+	+		++		
Verpackungsglas		++	++		++	-	+	+	+		++		
Kunststoff				42 %						30 %		+/- 4,0 %	+/- 8,0 %
Folien		+	+		--	-	+	-	-		-		
Verschlüsse		-	+		--	+	+	-	-		+		
Flaschen		+	+		--	++	++	-	-		++		
Sonst. starre Packm.		--	--		--	+	+	-	-		+		
Papier				13 %						30 %		+/- 3,5 %	+/- 7,0 %
Wellpappe		++	++		+	-	+	+	+		-		
Sonst. Pappe / Karton		++	++		--	+	+	+	-		++		
flexible Packmittel		-	-		--	+	+	+	-		+		
Flüssigkeitskarton		+	-		++	++	++	++	++		++		

Einfluss auf die Validität der Ergebnisse: stark verbessernd (++), merklich verbessernd (+), weniger verbessernd (-) kaum verbessernd (--)

Fehlerquellen in der Ermittlung des Verpackungsverbrauchs 2016 – Fortsetzung

	Qualität der Produktionsstatistik	Qualität der Außenhandelsstatistik	Anteil Leerimporte am Verpackungseinsatz	Qualität von Verbands- und/oder Firmenangaben	Qualität der Füllgutverbrauchsermittlung	Genauigkeit des durchschnittlichen Einsatzes	Genauigkeit der Struktur des Verpackungseinsatzes	Genauigkeit der Struktur des gefüllten Außenhandels	Anteil gefüllte Importe am Verbrauch (Marktmenge)	Erfassung durch füllgutbezogene Marktforschung	Einschätzung des mittleren absoluten Fehlers	Einschätzung des maximalen Fehlers
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Verbrauchsber. Packmittel				Verbrauchsberechnung Füllgüter ("von unten")							
Aluminium			34 %						33 %		+/- 4,0 %	+/- 8,0 %
Getränkedosen	--	++		++	++	+	+	-		++		
Sonstige Behälter	-	+		+	+	+	-	--		+		
Verschlüsse u.ä.	+	-		--	+	+	-	-		++		
Sonstige Folien	-	-		--	+	+	-	-		+		
Weißblech			22 %						43 %		+/- 2,5 %	+/- 5,0 %
Getränkedosen	++	+		++	++	++	++	+		++		
Konservendosen	++	+		--	+	+	-	-		++		
Aerosoldosen	++	++		++	-	+	+	-		+		
Verschlüsse	-	-		--	++	+	++	+		++		
Stahl			23 %						29 %		+/- 4,0 %	+/- 8,0 %
Fässer	++	++		--	--	--	--	--		--		
Sonstige Großgebände	++	++		--	-	-	--	--		-		
Holz			39 %						36 %		+/- 5,0 %	+/- 10,0 %
Paletten	++	++		--	--	-	-	--		--		
Sonst. Holz	+	+		--	--	--	--	--		--		
Sonstige Packstoffe	-	-	k.A.	--	-	-	-	--	k.A.		+/- 4,0 %	+/- 8,0 %
Alle Packstoffe			25 %						31 %		+/- 2,0 %	+/- 3,9 %

Einfluss auf die Validität der Ergebnisse: stark verbessernd (++), merklich verbessernd (+), weniger verbessernd (-) kaum verbessernd (--)

Im Ergebnis ist der Fehler für den Bereich **Holz** am größten. Das liegt v.a. an den Unschärfen in der Abgrenzung zwischen Einweg- und Mehrwegpaletten.

Auch wird aus der Übersicht klar, dass der Fehler für flexible Packmittel im Allgemeinen größer ist als für starre Packmittel. In der Materialfraktion **Kunststoff** spielt hier die entscheidende Rolle, dass der Anteil der Verpackungen an der Marktversorgung mit Folien nur mit einer höheren Fehlerbandbreite zu beziffern ist. Hinzu kommt, dass flexible Verpackungen in großer Füllgrößenvielfalt in Verkehr gebracht werden (z.B. Frischeerzeugnisse) und daher die Bestimmung der Einsatzgewichte und Packmittelstruktur zwangsläufig mit größerer Ungenauigkeit behaftet ist.

Es ist zu beachten, dass sich alle Aussagen zur Höhe der Fehler auf den Gesamtverbrauch nach Materialien beziehen. Für den haushaltsnahen Verbrauch von Verpackungen würde GVM die maximalen Fehler niedriger ansetzen. Die in Verkehr gebrachte Menge von Transportverpackungen kann im Rahmen der Verbrauchsermittlung in vielen Branchen nur sehr pauschal beziffert werden. Daher ist insbesondere für die Universalpackstoffe Papier und Kunststoff (v.a. für PE und PP-Folien) der mögliche Fehler in der Ermittlung des Gesamtverbrauchs deutlich höher als der mögliche Fehler in der Ermittlung des haushaltsnahen Verbrauchs.

Im Bereich **PPK** ist die Beurteilung ambivalent: Die starke Dynamik im Bereich der Verpackungen für den Versandhandel birgt einerseits große Fehlerquellen, andererseits wurde dieser Bereich in den Arbeiten für die Bezugsjahre 2013 und 2015 als Schwerpunkt bearbeitet.

Im Bereich **Sonstiger Stahl** ist der Fehler ebenfalls hoch angesetzt.

Im Bereich **Kunststoffverpackungen** dürfte der Fehler einerseits tendenziell geringer werden, weil Kunststoffverpackungen in vielen Füllgutbereichen inzwischen einen derart hohen Marktanteil aufweisen, dass Fehler in der Bestimmung der Packmittelstruktur nach Materialien immer geringere Bedeutung haben. Andererseits ist die Bestimmung der Marktmenge der überproportional zunehmenden Transportfolien nach wie vor mit großer Unsicherheit behaftet.

Für die Materialien der LVP-Fraktion und für Glas gilt, dass das vereinfachte Verfahren - eine stärker aggregierte Fortschreibung von Daten aus 2015 auf der Basis von IRI-Daten - zu einer Verschlechterung der Ergebnisqualität beigetragen hat.

6.2 Fehlerbetrachtung Verwertungsmengen

Auf systematische Fehler in der Ermittlung der Verwertungsmengen wurde in Kapitel 4.1 bereits eingegangen. Die Verpackungsmassen, die netto tatsächlich wieder in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden, liegen um ein- bis zweistellige Prozentsätze unter den hier dokumentierten Brutto-Mengen. Eine quantitative Einschätzung der Größenordnungen wurde in Kapitel 4.1 wiedergegeben.

Dieses Grundproblem wird in der nachfolgenden Fehlerbetrachtung ausgeklammert. Die Aussagen über die Fehlerhöhe beziehen sich auf die brutto zur Verwertung (im In- oder Ausland) bereitgestellte Menge nach Materialien.

Hierzu wurde für alle Einzelposten ein maximaler Fehler eingeschätzt. Die Einschätzung beruht auf einer Beurteilung der Qualität der verwendeten Dokumentationen, Quellen und Schätzgrundlagen. Auch für die in Mengenströmbilanzen vorliegenden Ergebnisse wurde ein Fehler unterstellt. Den in die Verwertungsmengen eingehenden Schätzungen wurden erheblich höhere maximale Fehler zu Grunde gelegt.

Die wesentlichen Fehlerquellen in der Ermittlung der Verwertungsmengen der Materialfraktionen sind in nachfolgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 6-2: Hauptfehlerquellen in der Ermittlung der Verwertungsmengen

Material	Fehlerquelle	Kommentierung
Glas	Verwertung von Mehrweg-Glas aus Abfüllbetrieben und Exporte Altglas	mit dem Wegfall der GGA-Statistiken ist eine weitgehend unabhängige Datenbasis entfallen.
	Menge aus Direktentsorgung von Transportverpackungen	Erhebung nach Umweltstatistikgesetz hat hier zu einer Validierung beigetragen.
	Verwertung von Mehrweg-Verpackungen aus Abfüllbetrieben	Schätzung nur mit sehr hohem Aufwand marginal verbesserbar
Kunststoff	Verwertung von bepfandeten Einweg-Getränkeverpackungen	Mit dem Wegfall der Mengenstrompflicht für bepfandete Einweg-Getränkeverpackungen kann die Verwertungsmenge nur mehr geschätzt werden. Weil die Größenordnung der Rücklaufquoten unstrittig ist, dürfte der Fehler gleichwohl gering sein.
	Mengen aus sonstigen Rückführungssystemen	Die Abdeckung ist inzwischen ausreichend. Durch den Wegfall der Eigenrücknahme und den stark sinkenden Marktanteil der Branchenlösungen sind zwei Fehlerquellen eliminiert worden. Der Anteil der Restabschätzung ist gering.
Papier	Anteil der Verpackungen an Mengen aus der Gemischterfassung mit graphischen Papieren (auch an Exporten)	Der Anteil der Verpackungspapiere steigt stark und schnell an: wegen der großen Dynamik, fällt schwerer ins Gewicht, dass aktuelle Untersuchungen nur punktuell vorliegen und nicht verallgemeinert werden können.
Aluminium	Mengen, die "neben" den Dokumentationssystemen vermarktet werden	keine Zuschätzung mehr durch GVM
	Rückgewinnung aus der Abfallbeseitigung	Für das Bezugsjahr 2006 wurde die Rückgewinnung aus MVAs und MBAs erstmals eingeschätzt. Inzwischen liegen zunehmend belastbare Ergebnisse vor, die auf wissenschaftlichen Untersuchungen fußen.
Weißblech	Menge über Schrotthandel	nicht lösbar
	Branchenlösungen, Eigenrücknahme	Durch den Wegfall der Eigenrücknahme und den stark sinkenden Marktanteil der Branchenlösungen sind zwei Fehlerquellen eliminiert worden.
Sonstiger Stahl	Rückgewinnung aus der Abfallbeseitigung	Rückgewinnungsquoten in der Vergangenheit durch Gutachten abgesichert; Inzwischen liegt ein aktualisiertes Gutachten des TÜV Rheinland vor (aus 2012)
	Mengen aus Industriebetrieben über Schrotthandel	nicht lösbar
Holz	Zweifel an der gegenseitigen Unabhängigkeit der in die Schätzung eingehenden Expertenmeinungen und Fachaufsätze ("Zahlen-Recycling")	Primärerhebungen der Universität Hamburg im Auftrag von HAF, VDP u.a. Verbänden haben die Datenbasis erheblich verbessert. In jüngster Zeit wurden allerdings kaum mehr Primärerhebungen veröffentlicht.

Tabelle 6-3 gibt die maximalen Fehler wieder und stellt sie den entsprechenden Werten im Verpackungsverbrauch gegenüber.

Es zeigt sich, dass der Fehler in den Verwertungsmengen meist dort besonders hoch ist, bei denen auch die Ermittlung des Verpackungsverbrauchs mit größeren Unsicherheiten behaftet ist.

Das Konstitut der Eigenrücknahme wurde mit der 6. Novelle der Verpackungsverordnung eliminiert. Zugleich wurde der Betrieb von Branchenlösungen stark erschwert. Beide Punkte haben dazu beigetragen, dass der Fehler in der Ermittlung der Verwertungsmengen dualer Systeme geringer geworden ist. Weil diese Verwertungsmengen bereits seit langem gut und redundant dokumentiert sind, wirkt sich dieser Effekt auf die Fehlerhöhe nur marginal aus.

Tabelle 6-3: Fehlerabschätzung für Verbrauch und Verwertung 2016

	Verpackungsverbrauch zur Entsorgung					Stoffliche Verwertung (im In- und Ausland, brutto)				
	Ergebnis	maximaler Fehler		min. Menge	max. Menge	Ergebnis	maximaler Fehler		min. Menge	max. Menge
	kt	%	kt	kt	kt	kt	%	kt	kt	kt
Glas	2.808	4,0 %	112	2.696	2.920	2.402	6,0 %	144,1	2.258	2.546
Kunststoff	3.098	8,0 %	248	2.850	3.346	1.540	6,5 %	100,1	1.440	1.640
Papier	8.108	7,0 %	568	7.540	8.676	7.195	7,5 %	539,6	6.656	7.735
Aluminium	114	8,0 %	9	105	123	100	6,0 %	6,0	94	106
Weißblech	506	5,0 %	25	481	531	460	3,0 %	13,8	446	473
Sonst. Stahl	338	8,0 %	27	311	365	318	8,0 %	25,4	293	343
Holz	3.160	10,0 %	316	2.844	3.476	820	12,0 %	98,4	722	918
Sonstige	30	8,0 %	2	27	32	-	0,0 %	-	-	-
Insgesamt	18.162	3,9 %	705	17.456	18.867	12.835	4,5 %	576,7	12.259	13.412

7 Quellenverzeichnis

- APME (2001) „Plastics, An analysis of plastics consumption and recovery in Western Europe 1999“, Brüssel 2001
- BAUM, Heinz-Georg (2014) „Defizite bei der Entsorgung von Leichtverpackungen und Vorschläge für eine erfolgreiche Readjustierung“ In: Müll und Abfall 8/14, S. 430-439
- BAV (2010a) „Position des BAV zur Novellierung des EEG“, Berlin, August 2010
- BAV (2010b) „Utilization in Cascades – Sustainable Use of Natural Resources“, Berlin, September 2010
- BDE (2000) „Kreislaufwirtschaft in der Praxis Nr. 9: Praxisgerechte Anforderungen an die Verwertung von Holzabfällen“, Köln, Mai 2000.
- BDSV (2017): „Stahlrecycling-Wirtschaft – Vom Sammler zum industriellen Aufbereiter“. Düsseldorf. Internet: http://www.bdsv.org/downloads/profil_stahlrecyclingwirtschaft.pdf (abgerufen am 16.05.2017)
- BILITEWSKI/MANTAU (2005) „Stoffstrom-Modell-HOLZ: Bestimmung des Aufkommens, der Verwendung und des Verbleibs von Holzprodukten“, Abschlussbericht, Studie im Auftrag des VDP, März 2005
- BOTHE (2011) „Auswertung der Mengenstromnachweise von dualen Systemen und Branchenlösungen“, internes Arbeitspapier, Stand April 2011 (unveröffentlicht)
- BOTHE (2012) „Auswertung der Mengenstromnachweise von dualen Systemen und Branchenlösungen“, internes Arbeitspapier, Stand April 2012 (unveröffentlicht)
- BOTHE (2013) „Auswertung der Mengenstromnachweise von dualen Systemen“, internes Arbeitspapier, (unveröffentlicht)
- BOTHE (2014) „Auswertung der Mengenstromnachweise von dualen Systemen“, internes Arbeitspapier, (unveröffentlicht)
- BOTHE (2015) „Auswertung der Mengenstromnachweise von dualen Systemen“, internes Arbeitspapier, (unveröffentlicht)
- BOTHE (2016) „Auswertung der Mengenstromnachweise von dualen Systemen“, internes Arbeitspapier, (unveröffentlicht)
- BOTHE (2017) „Auswertung der Mengenstromnachweise von dualen Systemen“, internes Arbeitspapier, (unveröffentlicht)
- BOTHE (2018) „Auswertung der Mengenstromnachweise von dualen Systemen“, internes Arbeitspapier, (unveröffentlicht)
- BUNDESKARTELLAMT (2012) „Sektoruntersuchung duale Systeme – Zwischenbilanz der Wettbewerbsöffnung“, Bonn Dezember 2012
- BUNDESRAT (2014), Beschluss des Bundesrates, Drucksache 308/10, Oktober 2014
- BVSE (2010) „Überblick über die Recycling- und Entsorgungsbranche“, Bonn, August 2010
- CHRISTIANI et.al: „Grundlagen für eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Verwertung von Verkaufsverpackungen“ HTP, IFEU, Forschungsbericht 298 33719 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Juli 2001
- CONSULTIC (2010a) „Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2010“, Frankfurt 2010
- CONSULTIC (2010b) „Verwertungspotenziale von Kunststoffabfällen (Nicht-Verpackungen) aus Gewerbe und Privathaushalten“, Frankfurt 2010
- CONSULTIC (2012) „Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2011“, Alzenau 2012
- CONSULTIC (2014) „Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2013“, Alzenau 2014
- CONSULTIC (2016) „Produktion, Verarbeitung und Verwertung von Kunststoffen in Deutschland 2015“, Alzenau 2016
- CYCLOS/HTP (2014) „Impact Assessment: The European Commission’s Proposed Changes to the Calculation Method for National Packaging Recycling Rates – Executive Summary“, Oktober 2014
- DEHOUST et al. (2005) „Statusbericht zum Beitrag der Abfallwirtschaft zum Klimaschutz und mögliche Potentiale“; Forschungsbericht 205 33 314, Öko-Institut e.V. unter Mitarbeit des IFEU-Instituts, im Auftrag des Umweltbundesamtes, August 2005, S. 8-13.
- DEIKE et al (2013): „Recyclingpotenziale von Metallen bei Rückständen aus der Abfallverbrennung“; in: Thome-Kozmiensky: Aschen, Schlacken, Stäube – aus Abfallverbrennung und Metallurgie, Neuruppin 2013, S. 292ff

- DOEDENS/GRIEßE (2001) „Zukünftiger Stellenwert der Siedlungsabfalldeponien in Deutschland“, Münsteraner Schriften zur Abfallwirtschaft Band 4: 7. Münsteraner Abfallwirtschaftstage (Tagungsband), Gallenkemper, Bidlingmaier, Doedens, Stegmann (Hrsg.), Münster 2001
- DOEDENS/MÄHL (2001) „Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen (MBA) als Systemkomponente zur Erfassung von Weißblech“; Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Universität Hannover, Hannover September 2001
- EDDE e.V. (2015) „Metallrückgewinnung aus Rostaschen aus Abfallverbrennungsanlagen – Bewertung der Ressourceneffizienz“, in EUROPEAN COMMISSION „Working Document (04/02/99): Common Understanding of the Interpretation of the Definition of Packaging“
- EUROPEAN COMMISSION, Committee for the Adaptation to Scientific and Technical Progress of Directive 94/62/EC on Packaging and Packaging Waste: “Working Document on Packaging Data“, Brüssel, Juli 2002
- EUWID (1999) "Abgrenzung Verwertung/Beseitigung bei Verbrennung weiter umstritten", Euwid Recycling und Entsorgung, Nr. 13; März 1999
- EUWID (2013) „2011 weniger als 40 Prozent der LVP-Sammlung recycelt“, Euwid Recycling und Entsorgung, Nr. 16, April 2013 https://s1.adform.net/Banners/Elements/Files/15108/1980112/bvpath_769/legal.png
- FLANDERKA/STROETMANN (2009) „Verpackungsverordnung, Kommentar für die Praxis unter vollständiger Berücksichtigung der 5. Änderungsverordnung“ 3. Auflage 2009
- FLANDERKA/STROETMANN (2015) „Verpackungsverordnung, Kommentar unter vollständiger Berücksichtigung der 6 und 7. Änderungsverordnung mit Darstellung zur Entwicklung in Deutschland, Österreich und Europa“, 4. Auflage, 2015
- GILLNER et al. (2011) „NE-Metallpotenzial in Rostaschen aus Müllverbrennungsanlagen“ World of Metallurgy – Erzmetall 64 (2011) No. 5
- GVM (2010) „Der Anteil von Verkaufsverpackungen aus Anfallstellen des privaten Endverbrauchs in der haushaltsnahen Papiersammlung“, Mainz, April 2010 (unveröffentlicht)
- GVM (2011) „Der Anteil von Verkaufsverpackungen aus Anfallstellen des privaten Endverbrauchs in der haushaltsnahen Papiersammlung“, Mainz, April 2011 (unveröffentlicht)
- GVM (2011) „Stoffgleiche Nicht-Verpackungen: Abgrenzung und Marktpotenzial“, Mainz Juli 2011 (unveröffentlicht)
- GVM (2014) „Verbrauch von Getränken in Einweg- Mehrweg-Verpackung Berichtsjahr 2012“, Mainz, Januar 2014 (unveröffentlicht)
- GVM (2016a) „Aufkommen und Verwertung von PET-Getränkeflaschen in Deutschland 2015“, Mainz, September 2016
- GVM (2016b) „Potenzial des Werkstoffs „Kunststoff“ im Hinblick auf seine werkstoffliche Verwertbarkeit im Sinne von § 21 WertstoffG-E“, Mainz, August 2016 (unveröffentlicht)
- GVM (2017a) „Bundesweite Erhebung von Daten zum Verbrauch von Getränken in Mehrweg- und ökologisch vorteilhaften Einweggetränkeverpackungen für die Jahre 2014 und 2015“, Mainz, Februar 2017
- GVM (2017b) „Lizenzierung und Erfassung von Stahlblechverpackungen der gewerblichen Wirtschaft - 1996 bis 2016“, Mainz, August 2017 (unveröffentlicht)
- HTP/IFEU (2001) „Grundlagen für eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Verwertung von Verkaufsverpackungen“, Endbericht, Aachen Heidelberg, Juli 2001
- IFEU (2010) „PET Ökobilanz 2010“, Endbericht, Heidelberg, April 2010
- INFA (2003) „Bestimmung des Verpackungsanteils im getrennt erfassten Altpapiergemisch – Abschlussbericht – Kurzfassung“, Ahlen, November 2003
- INFA (2003) „Bestimmung des Verpackungsanteils im getrennt erfassten Altpapiergemisch – Abschlussbericht – Langfassung“, Ahlen, Dezember 2003
- INFA (2010) „Bestimmung des Verkaufsverpackungsanteils aus Anfallstellen des privaten Endverbrauchs im getrennt erfassten Altpapiergemisch - Berechnung eines bundesweiten Mittelwertes -“, Ahlen, Mai 2010 (unveröffentlicht)

- INTECUS (1996) „Mengenbilanz für Getränkekartons aus Haushalten, Erfassungsmengen im Altpapier“, Studien für den FKN, Jan. 1996 und April 1996
- INTECUS (2003) Gutachten zum Endbericht „Bestimmung des Verpackungsanteil im getrennt erfassten Altpapier“, Köln, Dezember 2003
- KNEIN, A. (2012), „Weißblechrecycling – Unendlicher Kreislauf der Verpackung“, Vortrag auf ELS-Fachtagung „Werkstoffkreisläufe schließen“, Bonn September 2012
- KUTCHA/ENZER (2015) „Metallrückgewinnung aus Rostaschen aus Abfallverbrennungsanlagen - Verfügbarkeit der Energierohstoffe“ IFAT ITAD 2016
- KUTCHA/ENZER (2015) „Metallrückgewinnung aus Rostaschen aus Abfallverbrennungsanlagen – Bewertung der Ressourceneffizienz“ in EdDe-Dokumentation Nr. 17, Köln, Oktober 2015
- KUTCHA/ENZER (2016) „Metalle aus der Rostasche – Stand der Technik und Qualität der NE-Metalle“, in: Müll und Abfall 5-16, S. 257-260
- LAGA (2009) "Anforderungen an Hersteller und Vertreiber im Rahmen der Rücknahme von Verkaufsverpackungen, der Hinterlegung der Vollständigkeitserklärung sowie zur Prüfung der Mengenstromnachweise durch Sachverständige nach den §§ 6, 10 u. Anh. I der Verpackungsverordnung"; Mitteilung der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 37 (Stand Dez. 2009)
- LANGEN (2001) „Ergebnisse der BDE-Studie zur stofflichen Verwertung von Altholz“, Entsorga Schriften 37: Altholzverwertung - Gute Zeiten, schlechte Zeiten?, Köln 2001
- MANTAU/et al. (2000) „Marktstudie Industrierestholz – Altholz“ für Holzabsatzfonds (HAF), Universität Hamburg 2000 (unveröffentlicht)
- MANTAU/WEIMAR/WIERLING (2001) „Standorte der Holzwirtschaft, Altholz, Abschlussbericht zum Stand der Erfassung“, im Auftrag von HAF und VDP, Universität Hamburg, Dez. 2001
- MANTAU/WEIMAR (2002) „Standorte der Holzwirtschaft, Altholz, Bericht zur Abschlussitzung des HAF“, im Auftrag von HAF und VDP, Universität Hamburg, Dez. 2002
- MANTAU/SÖRGE (2006) „Energieholzverwendung in privaten Haushalten: Marktvolumen und verwendete Holzsortimente“, Dezember 2006
- MANTAU/WEIMAR (2008) „Standorte der Holzwirtschaft: Altholz im Entsorgungsmarkt – Aufkommens und Vermarktungsstruktur“. Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft, Hamburg 2008
- MANTAU (2008) „Entwicklung der stofflichen und energetischen Holzverwendung“. Universität Hamburg, Dezember 2008
- MANTAU (2010) „Rohstoffknappheit und Holzmarkt“ in: Waldeigentum, S.139-147, O. Depenheuer, B. Möhring (Hrsg.), Berlin Heidelberg 2010
- MANTAU, U (2012a): Standorte der Holzwirtschaft, Holzrohstoffmonitoring, Holzwerkstoffindustrie – Kapazitätsentwicklung und Holzrohstoffnutzung im Jahr 2010. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft. Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg, 2012
- MANTAU, U. (2012b): Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung 1987 bis 2015, Hamburg, 2012, 65 S.
- MANTAU, WEIMAR, KLOCK (2012c): Standorte der Holzwirtschaft, Holzrohstoffmonitoring, Altholz im Entsorgungsmarkt – Aufkommens- und Vertriebsstruktur 2010. Abschlussbericht. Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Arbeitsbereich Ökonomie der Holz- und Forstwirtschaft. Hamburg, 2012
- MARUTZKY (2001a) „Altholz - unerwünschter Abfall oder wertvoller Rohstoff?“ Standortbestimmung unter Berücksichtigung der Biomasse- und Altholzverordnung“ in: Entsorga Schriften 37: Altholzverwertung - Gute Zeiten, schlechte Zeiten?, S. 61-69, Köln 2001

- MARUTZKY (2001b) „Entsorgung von Gebrauchtholz vor dem Hintergrund der Altholzverordnung“, Münsteraner Schriften zur Abfallwirtschaft Band 4: 7. Münsteraner Abfallwirtschaftstage (Tagungsband), Gallenkemper, Bidlingmaier, Doedens, Stegmann (Hrsg.), Münster 2001
- MEILNSCHMIDT/BERTHOLD/BRIESEMEISTER (2013) „Der weltweite Anstieg des Holzeinschlags macht neue Wege der Sortierung und Wiederverwertung von Altholz erforderlich“, ReSource 1/2013, S. 20-28
- MVB (2011) „Erfahrungen und Perspektiven der energetischen Altholzverwertung“, Hamburg, Februar 2011
- Obert, S. (2018) „Altholzmarkt im Umbruch – Perspektiven nach der EEG-Novelle“, Bioabfall- und stoffspezifische Verwertung, Wierer/Kern/Raussen, 1. Auflage 2018, S. 391-393
- PCI (2010) „Post Consumer PET Recycling in Europe 2009 and Prospects to 2014“, Derby, Großbritannien, Juli 2010
- PRECHEL, J. (1999) „Altholz-Tourismus in Europa muss vermieden werden“, Holz Zentralblatt Nr. 148, S. 2016
- PROGNOS (1997) „Die Zukunft der Entsorgungswirtschaft“, Band 1, Siedlungsabfälle, Basel, Köln, Berlin, Prognos 1997
- Pruvost, F. (2013) „Aluminium packaging finds its way through incineration – Metal transfer ratios higher than expected“, International Aluminium Journal, 6/2013, S.81-83
- REIMANN, D.O. „CEWEP Energy Report III“, Scientific & Technical Advisor to CEWEP, Bamberg Dezember 2012
- SISMEGA SL / F-Fact (2013) „ERP Data Verification Study: Germany Report“, Oktober 2013
- STATISTISCHES BUNDESAMT Fachserie 19 Reihe 1, verschiedene Ausgaben
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2013) Einsammlung und Rücknahme von Verpackungen, Ergebnisbericht, Wiesbaden, Juni 2013
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2014) Einsammlung und Rücknahme von Verpackungen, Ergebnisbericht, Wiesbaden, März 2014
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2015) Einsammlung und Rücknahme von Verpackungen, Ergebnisbericht, Wiesbaden, März 2015
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2015) Abfallbilanz (Abfallaufkommen/-verbleib, Abfallintensität, Abfallaufkommen nach Wirtschaftszweigen), Oktober 2015
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2016) „Einsammlung und Rücknahme von Verpackungen, Ergebnistabellen“, Wiesbaden, Juni 2016
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2016): Abfallbilanz 2014, Zeile: „Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle gemeinsam über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt“. Wiesbaden. Internet: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltstatistischeErhebungen/Abfallwirtschaft/AbfallbilanzXLSX_5321001.xlsx?__blob=publicationFile (abgerufen am 16.05.2017)
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2018) „Einsammlung und Rücknahme von Verpackungen, Ergebnistabellen“, Wiesbaden, 2018
- SUNDERMANN/SPODEN/DOHR (1999) „Aufkommen und Verwertungswege für Altholz in Deutschland“, Müll und Abfall, 5/1999, S. 239-274
- THIEL, S. (2013) „Über Gemeinsamkeiten, Unterschiede und Kapazitäten von Ersatzbrennstoff-Kraftwerken in Deutschland und Österreich liegen aktuelle Daten vor“, ReSource 1/2013, S. 4-10
- TÜV RHEINLAND CERT. GMBH (2012) „Bericht zum Gewichtverlust von Weißblechverpackungen bei der Müllverbrennung“ Bericht-Nr. 37136914, Köln Mai 2012
- UMWELTBUNDESAMT (2001) „Thermische, mechanisch-biologische Behandlungsanlagen und Deponien für Rest-Siedlungsabfälle in der Bundesrepublik Deutschland“, verschiedene Auflagen
- UMWELTBUNDESAMT (2010) „Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft – Am Beispiel von Siedlungsabfällen und Altholz“, Dessau-Roßlau, März 2010
- UMWELTBUNDESAMT (2011a) „Planspiel zur Fortentwicklung der Verpackungsverordnung, Teilvorhaben 1: Bestimmung der Idealszusammensetzung der Wertstofftonne“, Dessau-Roßlau, Februar 2011
- UMWELTBUNDESAMT (2011b) „Planspiel zur Fortentwicklung der Verpackungsverordnung, Teilvorhaben 2: Finanzierungsmodelle der Wertstofftonne“, Dessau-Roßlau, Februar 2011
- UMWELTBUNDESAMT (2011c) „Evaluierung der Verpackungsverordnung“, Dessau-Roßlau, Februar 2011
- VDP (2017) „Papier 2017, Ein Leistungsbericht“, Bonn, 2017

VDP (2016) „Papier 2016, Ein Leistungsbericht“, Bonn, 2016

VDP (2014) Mengenfließbild für Papier und Altpapier in Deutschland im Jahr 2012 (nach Anwendungsgebieten), unveröffentlichte Datenblätter des VDP, verschiedene Bezugsjahre

WEIMAR, HOLGER (2016) „Holzbilanzen 2013 bis 2015 für die Bundesrepublik Deutschland“, Hamburg, 2016