TEXTE
85/2023

Abschlussbericht

Ermittlung der Klimaschutzpotenziale in der Kreislaufwirtschaft für Deutschland und die EU

Teilbericht EU

von:

Regine Vogt, Noora Harju, Andreas Auberger
ifeu Heidelberg

Jürgen Gonser, Volker Küchen

ARGUS Berlin

Winfried Bulach, Cornelia Merz, Günter Dehoust
Öko-Institut e.V.

Herausgeber:
Umweltbundesamt

Für Mensch & Umwelt

TEXTE 85/2023

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3718 41 305 0

FB001132

Abschlussbericht

Ermittlung der Klimaschutzpotenziale in der Kreislaufwirtschaft für Deutschland und die EU

Teilbericht EU

von

Regine Vogt, Noora Harju, Andreas Auberger
ifeu Heidelberg

Jürgen Gonser, Volker Küchen
ARGUS Berlin

Winfried Bulach, Cornelia Merz, Günter Dehoust
Öko-Institut e.V.

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

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

/umweltbundesamt.de
/umweltbundesamt

Durchführung der Studie:
Institut für Energie- und Umweltforschung - ifeu
Wilckensstraße 3
69120 Heidelberg

Abschlussdatum:
Februar 2023

Redaktion:
Fachgebiet III 2.4
Dr. Julia Vogel

Publikationen als pdf:
http://www.umweltbundesamt.de/publikationen

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Juni 2023

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

Kurzbeschreibung: Ermittlung der Klimaschutzpotenziale in der Kreislaufwirtschaft für Deutschland und die EU – Teilbericht EU

Klimaschutzpotenziale der Kreislaufwirtschaft sind in dieser Studie mittels Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft ganzheitlich ermittelt. Es ist die Gesamtheit der Emissionen aus der Abfallbehandlung umfasst sowie auch die Leistungen durch die Erzeugung von Sekundärrohstoffen und Energie und die damit mögliche Substitution von Primärprodukten.

Für Deutschland und die EU wird das gegebene Treibhausgas (THG)-Minderungspotenzial für das Basisjahr 2017 aufgezeigt und für das Zieljahr 2030 dargelegt wie auch künftig Beiträge erzielt werden können. Neben Siedlungsabfällen sind Lebensmittelabfälle als Sonderbilanzraum eingehender und Produktions- und Gewerbeabfälle sowie Bau- und Abbruchabfälle überschlägig betrachtet. Betrachtet sind zudem Möglichkeiten die Vorbereitung zur Wiederverwendung sowie die Abfallvermeidung einzubeziehen. Dieser Teilbericht stellt die Ergebnisse für die EU vor.

Alle Bilanzräume zeigen im Nettoergebnis THG-Entlastungspotenziale. Am geringsten sind diese für Siedlungsabfälle aufgrund der weiterhin bestehenden Anteile zur Deponierung. Dies ist auch der Grund dafür, dass zwei definierte Cluster innerhalb der EU27 Nettobelastungen aufweisen. In den Szenarien 2030 besteht umgekehrt für Siedlungsabfälle das mit Abstand höchste THG-Minderungspotential durch die Abkehr von der Deponierung. Weitere relevante Beiträge können durch Steigerung des Recyclings trockener Wertstoffe erreicht werden. Fazit ist, es bestehen wichtige Klimaschutzpotenziale und es bedarf gemeinsamer Anstrengungen zu einer schnellen Beendung der Deponierung und zur Steigerung der getrennten Erfassung und des Recyclings.

Abstract: Determining climate protection potentials in the circular economy for Germany and the EU – partial report EU

Climate protection potentials of the circular economy are determined holistically by means of the life cycle assessment method of waste management in this study. It includes emissions from all waste treatments as well as the benefits from the generation of secondary raw materials and energy and the resulting possible substitution of primary products.

For Germany and the EU, the given greenhouse gas (GHG) mitigation potential is shown for the base year 2017, and for the target year 2030, it is outlined how contributions can also be achieved in the future. In addition to municipal solid waste (MSW), food waste is considered in more detail as a special balance, and commercial and industrial waste as well as construction and demolition waste are considered roughly. Also considered are possibilities to include preparation for re-use and waste prevention. This partial report presents the results for the EU.

All balance areas show GHG reduction potentials in the net result. These are lowest for MSW due to the continued share of landfilling. This is also the reason that two defined Clusters within the EU27 show net debits. Conversely, in the 2030 scenarios, MSW has by far the highest GHG reduction potential through diversion from landfill. Further relevant contributions can be achieved by increasing the recycling of dry recyclables. The conclusion is that there is important climate protection potential and joint efforts are needed to quickly end landfilling and to increase separate collection and recycling.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis 11
Tabellenverzeichnis 12
Abkürzungsverzeichnis 21
Zusammenfassung 23
Summary 46
1 Einleitung und Untersuchungsrahmen 66
2 Hintergrund und Ziele 67
3 Vorgehensweise der Mengendatenerhebung 68
3.1 Umfang der Datenerhebung 68
3.2 Datenquellen 69
3.2.1 An Eurostat gemeldete Daten über Siedlungsabfälle 70
3.2.2 Daten über Siedlungsabfälle aus dem EEA-Modell 72
3.2.3 Auf der Grundlage der Abfallstatistikverordnung (WStatR) erhobene Daten 76
3.3 Extrapolation der WStatR-Daten für das Jahr 2017 77
3.4 Abgrenzung der Mengen an Siedlungsabfällen von Produktions- und Gewerbeabfälle, Bilanzen 77
3.4.1 Abgrenzung von Siedlungsabfällen und Produktions- und Gewerbeabfällen 78
3.4.2 Lebensmittelabfälle: Abgrenzung von kommunalen und nichtkommunalen Lebensmittelabfällen 78
3.5 Bestimmung von zwei EU-Clustern 79
4 Grundlagen der THG-Bilanzierung 83
4.1 Methode 83
4.1.1 Ökobilanz der Abfallwirtschaft 83
4.1.2 Weitere Randbedingungen, Konventionen 85
4.1.3 Wirkungsabschätzung Treibhauseffekt 86
4.2 Vorgehen Bilanzierung 87
4.2.1 Einordnung gegenüber Vorgängerstudien 87
4.2.2 Sammlung und Transport 87
4.2.3 Deponierung 89
4.2.4 Thermische Behandlung 90
4.2.5 Mechanisch-biologische Behandlung 93
4.2.6 Recycling trockene Wertstoffe 95
4.2.7 Recycling organischer Wertstoffe 98

4.2.7.1 Kompostierung und Vergärung von Organikabfällen ... 98
4.2.7.2 Kompostprodukte und Anwendung ... 101
4.2.8 Altholz ... 102
5 Siedlungsabfälle ... 103
5.1 Methodik ... 103
5.2 Abfallaufkommen und -behandlung ... 107
5.2.1 Aufkommen Siedlungsabfälle ... 107
5.2.2 Gesammelter Restmüll ... 108
5.2.3 Organikabfälle ... 112
5.2.3.1 Eigenkompostierung ... 114
5.2.4 Trockene Wertstoffe ... 115
5.2.5 Basisdaten für die THG-Bilanzierung ... 117
5.2.6 Neue Verfahren ... 124
5.2.6.1 Pyrolyse organischer Abfallstoffe ... 124
5.2.6.2 Soldatenfliegenlarve zur Behandlung von organischen Wertstoffen ... 125
5.3 Abfallzusammensetzung Restmüll und Kenndaten ... 126
5.4 Beschreibung THG-Bilanzszenarien 2030 ... 128
5.4.1 Leitszenarien 2030 (LS) ... 129
5.4.2 Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate für die EU27 (EK) ... 143
5.4.3 Spezialszenarien für Cluster 1 und Cluster 2 (SS) ... 147
5.4.4 Sensitivität Emissionsfaktor Strom für Cluster 1 und Cluster 2 ... 153
5.5 Ergebnisse THG-Bilanzen ... 153
5.5.1 Basisjahr 2017 ... 154
5.5.1.1 Sensitivität, regionaler Stromemissionsfaktor 2017 für Cluster 1 und Cluster 2 ... 158
5.5.2 Basisvergleich EU27 ... 159
5.5.3 Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate für die EU27 ... 163
5.5.4 Szenarienvergleich Cluster 1 ... 167
5.5.5 Szenarienvergleich Cluster 2 ... 170
6 Sonderbilanzraum Lebensmittelabfälle ... 175
6.1 Abfallaufkommen und -behandlung ... 175
6.1.1 Methodik ... 175
6.1.2 Aufkommen Lebensmittelabfälle ... 177
6.1.3 Behandlung Lebensmittelabfälle ... 180
6.1.4 Verwendung als Futtermittel ... 182

6.1.5 Basisdaten für die THG-Bilanzierung ... 184
6.2 Vorgehen Bilanzierung und Kenndaten Abfallfraktionen ... 186
6.3 Beschreibung THG-Bilanzszenarien 2030 ... 188
6.3.1 Leitszenarien "LMA EU27 2030 LS", "LMA CL1 2030 LS" und "LMA CL2 2030 LS" ... 188
6.3.2 Szenarien mit Abfallvermeidung "LMA EU27 2030 V", "LMA CL1 2030 V" und "LMA CL2 2030 V" ... 190
6.4 Ergebnisse THG-Bilanzen ... 191
6.4.1 Basisjahr 2017 ... 191
6.4.2 Basisvergleich EU27 ... 194
6.4.3 Basisvergleich Cluster 1 ... 196
6.4.4 Basisvergleich Cluster 2 ... 198
6.4.5 Szenarien mit Abfallvermeidung ... 200
7 Produktions- und Gewerbeabfälle ... 204
7.1 Abfallaufkommen und -behandlung ... 204
7.1.1 Methodik ... 204
7.1.2 Aufkommen an P&G-Abfällen ... 205
7.1.3 Behandlung der P&G-Abfälle ... 211
7.1.4 Basisdaten für die THG-Bilanzierung ... 216
7.2 Vorgehen Bilanzierung und Kenndaten Abfallfraktionen ... 220
7.3 Beschreibung THG-Bilanzszenario 2030 (P&G EU27 2030) ... 223
7.3.1 Szenarioannahmen für die EU27 (ohne DE) für 2030 ... 223
7.3.2 Behandlung von P&G-Abfällen gemäß dem EU27-Szenario für 2030 (P&G EU27 2030) ... 224
7.4 Ergebnisse THG-Bilanzen ... 227
8 Bau- und Abbruchabfälle ... 230
8.1 Abfallaufkommen und -behandlung ... 230
8.1.1 Methodik ... 230
8.1.2 Aufkommen an B&A-Abfällen ... 231
8.1.3 Behandlung der B&A-Abfälle ... 235
8.1.4 Basisdaten für die THG-Bilanzierung ... 238
8.2 Vorgehen Bilanzierung und Kenndaten Abfallfraktionen ... 240
8.3 Beschreibung THG-Bilanzszenarien 2030 ... 241
8.3.1 Szenarioannahmen für die EU27 (ohne DE) für 2030 ... 242
8.3.2 Behandlung von B&A-Abfällen gemäß dem EU27-Szenario für 2030 (B&A-Abfälle EU27 2030) ... 242

8.4 Ergebnisse THG-Bilanzen ... 243
9 Ergebnisse EU27 im Überblick ... 247
10 Schlussfolgerungen und Empfehlungen ... 250
10.1 Ergebnisse der THG-Bilanz ... 250
10.2 Datenlage Abfallaufkommen und -behandlung ... 253
10.3 Zusammenfassende Empfehlungen ... 255
11 Quellenverzeichnis ... 259
A Anhang ... 264
A.1 Vergleich aller relevanten Aufschlüsselungen in Prozent, die im EEA-Modell 2015 und 2017 verwendet werden, und Bereinigung größerer Unstimmigkeiten, Validierung der Restmüllzusammensetzung ... 264
A.1.1 Gesamtzusammensetzung der festen Siedlungsabfälle, Erfassungsraten und Verlustraten für trockene Wertstoffe und Organikabfälle aus dem EEA-Modell ... 264
A.1.2 Aufschlüsselung der Behandlung des Restmülls und der Organikabfälle ... 270
A.1.3 Restmüllzusammensetzung für alle Länder und Validierung und Anpassung mit verfügbaren Abfallanalysedaten für einige Länder ... 275
A.1.4 Massenstromannahmen des EEA-Modells für MBA ... 278
A.2 Zusätzliche Informationen ... 279
A.2.1 Definition von Siedlungsabfällen und Erfassung durch EAV-Codes ... 279
A.2.2 Erfassungsgrad von Siedlungsabfällen nach Materialien des EEA-Modells und entsprechende EAK-Stat Codes für die Abgrenzung ... 281
A.2.3 Allgemeine Beschreibung und Hintergrund des Europäischen Abfallmodells ... 281
A.3 Detaillierte Siedlungsabfalldaten nach Ländern und Clustern ... 285
A.3.1 Gemischter Abfall (Restmüll) ... 285
A.3.2 Organikabfälle ... 293
A.3.3 Trockene Wertstoffe und Berechnung der Rückstände für alle getrennt gesammelten Fraktionen (inkl. Organikabfälle) ... 299
A.3.4 Letztverbleib des gesamten Siedlungsabfalls ... 310
A.4 Datentabellen für alle EU-Szenarien, einschließlich Schlüsseldaten aus Deutschland ... 314
A.4.1 Erstbehandlung von Restmüll 2030 für EU-Leitszenarien ... 314
A.4.2 EU-Leitszenarien (SiAbf 2030 LS) ... 315
A.4.3 EU-Spezialszenarien für Cluster 1 und 2 (2030 SS) und Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate für die EU27 (2030 EK) ... 320
A.5 Lebensmittelabfälle: Erläuternde Informationen ... 327
A.6 P&G-Abfall: Methodische Beschreibungen und Datentabellen ... 328

A.6.1 Schätzung des Aufkommens an Produktions- und Gewerbeabfällen für das Basisjahr 2018 ... 328

A.6.2 Abgrenzung zwischen P&G-Abfall und Siedlungsabfall ... 329

A.6.3 Verhältnis zwischen den Daten zu Abfallaufkommen und -behandlung nach EAK-Stat-Kategorie ... 332

A.7 B&A-Abfälle: Methodische Informationen und Datentabellen ... 334

A.7.1 Schätzung des Aufkommens an B&A-Abfällen für das Basisjahr 2017 ... 334

A.7.2 Schätzung des Asphaltaufkommens und der -behandlung ... 335

A.8 Struktur der EU-Abfallstatistikdaten (WStatR-Berichtsformate) ... 337

B Anhang ... 339

B.1 Vergleich mit Vorgängerstudien ... 339

B.2 Kenndaten Abfallfraktionen ... 341

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sankey-Diagramm Siedlungsabfall EU27 2017 28
Abbildung 2: Sankey-Diagramm Lebensmittelabfälle EU27 2017 34
Abbildung 3: Sankey-Diagramm P&G-Abfall EU27 2017 38
Abbildung 4: Sankey-Diagramm B&A-Abfälle EU27 2017 40
Abbildung 5: Optionen für die Behandlung fester Siedlungsabfälle 71
Abbildung 6: Konzept des Massenstrommodells aus dem EEA-Modell für Siedlungsabfälle 73
Abbildung 7: Sankey-Diagramm Siedlungsabfälle EU27 2017 120
Abbildung 8: Sankey-Diagramm Siedlungsabfälle EU28 2017 121
Abbildung 9: Sankey-Diagramm Siedlungsabfälle Cluster 1 2017 122
Abbildung 10: Sankey-Diagramm Siedlungsabfälle Cluster 2 2017 123
Abbildung 11: Aufkommen an Siedlungsabfällen in der EU 124
Abbildung 12: Restmüll Zusammensetzungen EU aus dem EEA-Modell 126
Abbildung 13: Absolute THG-Ergebnisse SiAbf EU27 2017 (links) und Siabf EU28 2017 (rechts) 154
Abbildung 14: Absolute THG-Ergebnisse SiAbf 2017 Cluster 2 (links) und SiAbf Cluster 1 (rechts) 155
Abbildung 15: Spezifische THG-Nettoergebnisse SiAbf 2017 EU-Bilanzräume 156
Abbildung 16: Basisvergleich SiAbf EU27 - Basis 2017 und Leitszenario 2030 160
Abbildung 17: Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate SiAbf EU27 - Vergleich Siedlungsabfälle zur Erstbehandlung mit dem Leitszenario 2030 (LS) 164
Abbildung 18: Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate SiAbf EU27 - absolute Nettoergebnisse nach Abfallfraktionen (Belastung minus Gutschrift pro Abfallfraktion) 166
Abbildung 19: Szenarienvergleich SiAbf Cluster 1 168
Abbildung 20: Szenarienvergleich SiAbf Cluster 2 172
Abbildung 21: Sankey-Diagramm Lebensmittelabfälle EU27 2017 185
Abbildung 22: Sankey-Diagramm Lebensmittelabfälle Cluster 1 2017 185
Abbildung 23: Sankey-Diagramm Lebensmittelabfälle Cluster 2 2017 186
Abbildung 24: Aufkommen Lebensmittelabfälle EU 2017 186
Abbildung 25: Spezifische THG-Nettoergebnisse Lebensmittelabfälle EU-Bilanzräume 2017 193
Abbildung 26: Basisvergleich Lebensmittelabfälle EU27 194
Abbildung 27: Basisvergleich Lebensmittelabfälle Cluster 1 196
Abbildung 28: Basisvergleich Lebensmittelabfälle Cluster 2 198
Abbildung 29: Szenario mit Abfallvermeidung - Abfallerzeugung EU27 200
Abbildung 30: Szenario mit Abfallvermeidung LMA EU27 - absolute Nettoergebnisse nach Abfallkategorien 202

Abbildung 31: Szenario LMA-Vermeidung Cluster 1 - absolute Nettoergebnisse Abfallkategorien.....203
Abbildung 32: Szenario LMA-Vermeidung Cluster 2 - absolute Nettoergebnisse Abfallkategorien.....203
Abbildung 33: Aufschlüsselung des P&G-Abfallaufkommens nach Abfallkategorien, EU27, 2017.....210
Abbildung 34: Aufschlüsselung des P&G-Abfallaufkommens nach Wirtschaftszweigen, EU27, 2017.....210
Abbildung 35: Behandlung von P&G-Abfällen nach Art der Behandlung in der EU27, 2017 216
Abbildung 36: Sankey-Diagramm P&G-Abfall EU27 2017 219
Abbildung 37: Abfallmengen für den Letztverbleib von P&G-Abfall EU27 2017 220
Abbildung 38: Szenarienvergleich P&G-Abfall EU27 227
Abbildung 39: Aufschlüsselung des Aufkommens an Bau- und Abbruchabfällen nach Abfallkategorie in der EU27, 2017 233
Abbildung 40: Aufschlüsselung der Behandlung von Bau- und Abbruchabfällen nach Behandlungsverfahren in der EU27, 2017.....238
Abbildung 41: Sankey-Diagramm B&A-Abfälle EU27 2017 239
Abbildung 42: Abfallmengen für den Letztverbleib von B&A-Abfällen EU27 2017.....240
Abbildung 43: Vergleich der Szenarien B&A-Abfälle EU27.....244
Abbildung 44: Abfall EU27 - absolute THG-Nettoergebnisse nach Herkunft und Abfallfraktion.....248
Abbildung 45: Gesamtschema des europäischen Referenzmodells für das Aufkommen und die Behandlung von Siedlungsabfällen.....283

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktionen - Basisvergleich Siedlungsabfälle EU27: Basisjahr 2017 und Leitszenario 2030 30
Tabelle 2: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallkategorie - Basisvergleich LMA EU27: Basisjahr 2017 und Leitszenario 2030.....36
Tabelle 3: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktion - P&G-Abfall EU27 2017 und 2030.....39
Tabelle 4: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktion - B&A-Abfall EU27 2017 und 2030.....41
Tabelle 5: Abfall EU27 - Mengen und absolute sowie spezifische Nettoergebnisse nach Herkunftsgebiet.....42

Tabelle 6: Überblick über die Abfallströme und die wichtigsten Datenquellen 70
Tabelle 7: Ländercluster für die Bilanzierung von Treibhausgasemissionen aus der Behandlung von Siedlungsabfällen und Lebensmittelabfällen 81
Tabelle 8: Indikatoren für die Clusterbildung der Mitgliedstaaten....82
Tabelle 9: Emissionsfaktoren Strom, Wärme in CO_2-Äq/kWh Endenergie 85
Tabelle 10: Treibhausgaspotenzial der wichtigsten Treibhausgase....87
Tabelle 11: Transportentfernungen Siedlungsabfälle....88
Tabelle 12: Transportentfernungen für P&G- und B&A-Abfälle 89
Tabelle 13: Gewichtete Parameter Deponie....89
Tabelle 14: Nettowirkungsgrade für TAB....92
Tabelle 15: Gewichtete Nettowirkungsgrade für TAB 92
Tabelle 16: Metallrückgewinnung aus Schlacke 92
Tabelle 17: Output MBA nach EEA-Modell 94
Tabelle 18: Energiebedarf MBA 94
Tabelle 19: Ausbeuten bei der Verwertung trockener Wertstoffe....96
Tabelle 20 Aufteilung von gemischten Metallen in Eisen- und Nichteisenmetalle....97
Tabelle 21: Substitutionsmix für recycelte Kunststoffe 98
Tabelle 22: Allgemeine Parameter der biologischen Behandlung....99
Tabelle 23: Kenndaten Biogaserzeugung....100
Tabelle 24 Anteil der offenen Kompostierung und Art der Biogasnutzung nach EEA-Modell 100
Tabelle 25: Gewichtete Emissionen für Kompostierung und Vergärung..101
Tabelle 26: Vergleichbare und *anpassbare* Abfallströme der EEA-Modell- und Eurostat-Daten zu Siedlungsabfällen (SiAbf)....103
Tabelle 27: Länder, die mehr als 80 % der beiden EU-Cluster abdecken, und die verbleibenden Länder ohne Cluster (fett gedruckt), die für die Validierung in Betracht kommen, sowie Länder mit überprüften Daten zur Zusammensetzung 106
Tabelle 28: Aufkommen von Siedlungsabfällen, 2017....108
Tabelle 29: Restmüllbehandlung, 2017....109
Tabelle 30: MBA-Outputs, 2017....111
Tabelle 31: Behandlung von Organikabfällen und Rückstände, 2017 113
Tabelle 32: Trockene Wertstoffe und Rückstände, 2017....116
Tabelle 33: Basisdaten für die THG-Bilanzierung von Siedlungsabfällen für Cluster 1, Cluster 2, EU27 und EU28, 2017, in 1.000 Tonnen 118
Tabelle 34: Standardwerte für Abfallfraktionen 127
Tabelle 35: Kenndaten Restmüll EU....127
Tabelle 36: Zielvorgaben in den Richtlinien der EU 129

Tabelle 37: Mengen der Getrenntsammlung 2017, zusätzliche und gesamte Getrenntsammlung 2030 und Steigerungsraten im Vergleich zu 2017, Cluster 1, Leitszenario (SiAbf CL1 2030 LS).....131
Tabelle 38: Mengen der Getrenntsammlung 2017, zusätzliche und gesamte Getrenntsammlung 2030 und Steigerungsraten im Vergleich zu 2017, Cluster 2, Leitszenario (SiAbf CL2 2030 LS).....132
Tabelle 39: Mengen der Getrenntsammlung 2017, zusätzliche und gesamte Getrenntsammlung 2030 und Steigerungsraten im Vergleich zu 2017, EU27 (ohne DE), Leitszenario (SiAbf EU27 (ohne DE) 2030 LS) 132
Tabelle 40: Restmüll-Zusammensetzung, Cluster 1, Leitszenario (SiAbf CL1 2030 LS) 133
Tabelle 41: Restmüll-Zusammensetzung, Cluster 2, Leitszenario (SiAbf CL2 2030 LS) 133
Tabelle 42: Restmüll -Zusammensetzung, EU27 (ohne DE), Leitszenario (SiAbf EU27 (ohne DE) 2030 LS) 134
Tabelle 43: Kenndaten Restmüll, Leitszenarien 2030 (SiAbf 2030 LS).....134
Tabelle 44: Behandlung in MBAs und Behandlung Organikabfälle 2017 und 2030 und Annahmen, Cluster 1, Leitszenario (SiAbf CL1 2030 LS) 137
Tabelle 45: Behandlung in MBAs und Behandlung Organikabfälle 2017 und 2030 und Annahmen, Cluster 2, Leitszenario (SIABF CL2 2030 LS) 138
Tabelle 46: Behandlung in MBAs und Behandlung Organikabfälle 2017 und 2030 und zugrunde gelegte Annahmen, Länder ohne Cluster, Leitszenario (LS ohne Cluster 2030) 139
Tabelle 47: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 1, Leitszenario (SiAbf CL1 2030 LS).....140
Tabelle 48: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 2, Leitszenario (SIABF CL2 2030 LS).....141
Tabelle 49: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, EU27, Leitszenario (SiAbf EU27 2030 LS).....142
Tabelle 50: Nettowirkungsgrade für die energetische Verwertung im Leitszenario.....143
Tabelle 51: Mengen für die Getrenntsammlung 2017, die zusätzliche und gesamte Getrenntsammlung 2030 und Steigerungsraten im Vergleich zu 2017, EU27 (ohne DE), Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate (SiAbf EU27 (ohne DE) 2030 EK).....144
Tabelle 52: Restmüll-Zusammensetzung 2017 und 2030, EU27 (ohne DE), Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate (SiAbf EU27 (ohne DE) EK 2030).....145

Tabelle 53: Kenndaten Restmüll, Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate 2030 146
Tabelle 54: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, EU27, Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate (SiAbf EU27 2030 EK) 146
Tabelle 55: Mengen der getrennten Sammlung 2017, zusätzliche und gesamte getrennte Sammlung 2030 und Steigerungsraten im Vergleich zu 2017, Cluster 1, Spezialszenario (SiAbf CL1 2030 SS) 148
Tabelle 56: Mengen der getrennten Sammlung 2017, zusätzliche und gesamte getrennte Sammlung 2030 und Steigerungsraten im Vergleich zu 2017, Cluster 2, Spezialszenario (SiAbf CL2 2030 SS) 149
Tabelle 57: Restmüll-Zusammensetzung SiAbf, Cluster 1, Spezialszenario (SiAbf CL1 2030 SS) 150
Tabelle 58: Restmüll-Zusammensetzung SiAbf, Cluster 2, Spezialszenario (SiAbf CL2 2030 SS) 150
Tabelle 59: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 1, Spezialszenario (SiAbf CL1 2030 SS) 151
Tabelle 60: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 2, Spezialszenario (SiAbf CL2 2030 SS) 152
Tabelle 61: Spezifische Nettoergebnisse pro Tonne - SiAbf 2017 – in kg CO_2-Äq/Mg 157
Tabelle 62: Spezifische Nettoergebnisse pro Kopf[1] - SiAbf 2017 – in kg CO_2-Äq/E 157
Tabelle 63: Sensitivität regionaler Stromemissionsfaktor Cluster 1 - absolute Ergebnisse in Millionen Tonnen CO_2-Äq 158
Tabelle 64: Sensitivität regionaler Stromemissionsfaktor Cluster 2 - absolute Ergebnisse in Millionen Tonnen CO_2-Äq 159
Tabelle 65 Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktionen - Basisvergleich SiAbf EU27: Basisjahr 2017 und Leitszenario 2030 161
Tabelle 66: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktionen - Szenarienvergleich SiAbf Cluster 1: Basisjahr 2017, Leitszenario 2030 und Spezialszenario 2030 169
Tabelle 67: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktionen - Szenarienvergleich SiAbf Cluster 2: Basisjahr 2017, Leitszenario 2030 und Spezialszenario 2030 173
Tabelle 68: Lebensmittelabfallaufkommen, nach Sektoren und Abfallkategorien, 2017, in 1.000 Mg 178
Tabelle 69: Aufkommen von Lebensmittelabfällen nach Abfallstrom (Siedlungsabfälle und Produktions- und Gewerbeabfälle), 2017, in 1.000 Mg 179

Tabelle 70: Behandlung von Lebensmittelabfällen, die in "Tierischen und pflanzlichen Abfällen" enthalten sind und als Teil der Siedlungsabfälle entsorgt werden, 2017, in 1.000 Mg und Gewichtsprozent 181
Tabelle 71: Behandlungsmix für Lebensmittelabfälle aus Produktion und Gewerbe in der EU (2016) und in Deutschland (2017), in Gewichts- % 182
Tabelle 72: Behandlung von Lebensmittelabfällen aus Produktion und Gewerbe in der EU, 2017, in 1.000 Mg 182
Tabelle 73 Geschätzte Kenndaten für die Vergärung von LMA aus P&G-Abfällen....187
Tabelle 74: Behandlung von Lebensmittelabfällen aus Siedlungsabfällen in der EU im Jahr 2030 gemäß den Leitszenarien, in 1.000 Mg .189
Tabelle 75: Behandlung von P&G-Lebensmittelabfällen in der EU im Jahr 2030 gemäß den Leitszenarien, in 1.000 Mg 189
Tabelle 76: Absolute Ergebnisse Lebensmittelabfälle EU 2017, in 1.000 Tonnen CO_2-Äq 192
Tabelle 77: Spezifisches Nettoergebnis pro Tonne - Lebensmittelabfälle 2017 - in kg CO_2-Äq/t....193
Tabelle 78: Spezifische Nettoergebnisse pro Kopf[1] - Lebensmittelabfälle 2017 - kg CO_2-Äq/Kopf....193
Tabelle 79: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallkategorie - Basisvergleich LMA EU27: Basisjahr 2017 und Leitszenario 2030....195
Tabelle 80: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallkategorien - Basisvergleich LMA Cluster 1: Basisjahr 2017 und Leitszenario 2030 197
Tabelle 81: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallkategorien - Basisvergleich LMA Cluster 2: Basisjahr 2017 und Leitszenario 2030 199
Tabelle 82: Aufkommen an P&G-Abfällen nach Abfallkategorie und Wirtschaftszweig in der EU27 (ohne DE), 2017, in 1.000 Mg.207
Tabelle 83: Aufkommen an P&G-Abfällen nach Abfallkategorie und Wirtschaftszweig in Deutschland, 2017, in 1.000 Mg 208
Tabelle 84: Aufkommen an P&G-Abfällen nach Abfallkategorie und Wirtschaftszweig in der EU27, 2017, in 1.000 Mg 209
Tabelle 85: Behandlungsmix nach Abfallkategorie für die EU27 (ohne DE), basierend auf Daten für 2016, in Gewichts-%....211
Tabelle 86: Behandlung von P&G-Abfällen in der EU27 (ohne DE), 2017, in 1.000 Mg....213
Tabelle 87: Behandlung von P&G-Abfällen in Deutschland, 2017, in 1.000 Mg....214

Tabelle 88: Behandlung von P&G-Abfällen in der EU27, 2017, in 1.000 Mg 215
Tabelle 89: Basisdaten für die THG-Bilanz der P&G-Abfälle für die EU27, 2017, in 1.000 Tonnen 218
Tabelle 90: Behandelte Mengen an P&G-Abfällen in der EU27 im Jahr 2030 nach dem Szenario P&G EU27 2030, in 1.000 Tonnen.....225
Tabelle 91: Veränderungen von 2017 bis 2030 in der EU27, in 1 000 Tonnen.....226
Tabelle 92: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktion - P&G-Abfall EU27 2017 und 2030.....228
Tabelle 93: B&A-Abfallaufkommen in der EU27, 2017, in 1.000 Mg.....232
Tabelle 94: B&A-Abfallaufkommen nach EAK-Stat-Schlüssel und nach Land in der EU27, 2017, in 1.000 Mg 234
Tabelle 95: Behandlungsmix nach Abfallkategorie für die EU27 (ohne DE), basierend auf Daten für 2016, in Gewichts-%.....236
Tabelle 96: Behandelte Mengen an B&A-Abfällen in der EU27 (ohne DE), 2017, in 1 000 Mg 236
Tabelle 97: Behandelte Mengen an B&A-Abfällen in Deutschland, 2017, in 1.000 Mg.....237
Tabelle 98: Behandelte Mengen an B&A -Abfällen in der EU27, 2017, in 1.000 Tonnen.....237
Tabelle 99: Basisdaten für die Bilanzierung der Behandlung von Bau- und Abbruchabfällen für die EU27, 2017, in 1.000 Tonnen 239
Tabelle 100: Behandelte Mengen an Bau- und Abbruchabfällen in der EU27 im Jahr 2030 gemäß Szenario, in 1 000 Tonnen.....243
Tabelle 101: Änderungen der behandelten Mengen zwischen dem Basisjahr 2017 und dem Szenario 2030 für die EU27, in 1 000 Tonnen 243
Tabelle 102: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktion - B&A-Abfall EU27 2017 und 2030.....245
Tabelle 103: Abfall EU27 - Mengen und absolute sowie spezifische Nettoergebnisse nach Herkunftsgebiet.....248
Tabelle 104: Gesamtzusammensetzung der Siedlungsabfälle aus dem EEA-Modell, 2015 und 2017, in Prozent 264
Tabelle 105: Erfassungsquoten für trockene Wertstoffe und Organikabfälle aus dem EEA-Modell, 2015 und 2017, in Prozent 266
Tabelle 106: Verlustraten für trockene Wertstoffe und Organikabfall aus dem EEA-Modell, 2015 & 2017 und die in den Szenarien 2030 verwendeten Anteile (fett), in Prozent 268
Tabelle 107: Aufschlüsselung der Restmüllbehandlung aus dem EEA-Modell, 2015 & 2017, in Prozent 270
Tabelle 108: Aufschlüsselung der Behandlung von Organikabfällen aus dem EEA-Modell, 2015 und 2017, nach Stoffströmen, in Prozent.272

Tabelle 109: Aufschlüsselung der Vergärung aus dem EEA-Modell, 2015 und 2017, in Prozent....274
Tabelle 110: Restmüllzusammensetzung 2017 aus dem EEA-Modell (für Länder ohne Literaturdaten zur Zusammensetzung), in % 275
Tabelle 111: Restmüllzusammensetzung 2017 aus dem EEA-Modell (für Länder mit Literaturdaten zur Zusammensetzung), vor und nach Anpassung, in % 276
Tabelle 112: Prozentuale Verteilung der Behandlung des MBA-Outputs und der Massenverluste nach MBA-Typ, wie im EEA-Modell angewandt....278
Tabelle 113: Liste der in dieser Studie untersuchten Siedlungsabfälle und die EAK-Stat Codes, denen die Materialien zugeordnet sind (für die proportionale Subtraktion von den WStatR-Sektoren)....281
Tabelle 114: Gesammelter gemischter Abfall (Restmüll), nach Abfallstoffen, 2017, in 1.000 Tonnen....286
Tabelle 115: Gesammelter gemischter Abfall (Restmüll), nach Abfallstoffen, 2017, in kg/E....287
Tabelle 116: Nicht gesammelter gemischter Abfall (Restmüll), nach Abfallstoffen, 2017, in 1.000 Tonnen....288
Tabelle 117: Nicht gesammelter gemischter Abfall (Restmüll), nach Abfallstoffen, 2017, in kg/E....288
Tabelle 118: Behandlung des gesammelten gemischten Abfalls (Restmüll), nach Behandlungskategorien, 2017, in 1.000 Tonnen....289
Tabelle 119: Behandlung des gesammelten gemischten Abfalls (Restmüll), nach Behandlungskategorien, 2017, in kg/E....290
Tabelle 120: Output aus MBA, nach Behandlungskategorien, 2017, in 1.000 Tonnen....291
Tabelle 121: Output aus MBA, nach Behandlungskategorien, 2017, in kg/E 292
Tabelle 122: Organikabfälle (getrennt gesammelt), nach Abfallstoffen, 2017, in 1.000 Tonnen....293
Tabelle 123: Organikabfälle (getrennt gesammelt), nach Abfallstoffen, 2017, in kg/E....294
Tabelle 124: Behandlung der Organikabfälle - Lebensmittelreste in 1.000 Mg 295
Tabelle 125: Behandlung der Organikabfälle - Grünabfälle in 1.000 Mg....296
Tabelle 126: Behandlung der Organikabfälle – andere Bioabfälle in 1.000 Mg 297
Tabelle 127: Behandlung der Organikabfälle, nach Behandlungskategorien, 2017, in 1.000 Tonnen....298
Tabelle 128: Behandlung der Organikabfälle, nach Behandlungskategorien, 2017, in kg/E....299

Tabelle 129: Gesammelte trockene Wertstoffe, nach Abfallstoffen, 2017, in 1.000 Tonnen 300
Tabelle 130: Gesammelte trockene Wertstoffe, nach Abfallstoffen, 2017, in kg/E 301
Tabelle 131: Recycling und Rückstände für alle Wertstoffe, nach Material, 2017, in 1.000 Tonnen 302
Tabelle 132: Recycling und Rückstände für alle Wertstoffe, nach Material, 2017, in kg/E 304
Tabelle 133: Behandlung der Rückstände für alle Wertstoffe, nach Material, 2017, in 1.000 Tonnen 306
Tabelle 134: Behandlung der Rückstände für alle Wertstoffe nach Material, 2017, in kg/E 308
Tabelle 135: Letztverbleib des gesamten Siedlungsabfalls, nach Behandlungsart, 2017, in 1000 Tonnen 310
Tabelle 136: Letztverbleib für den gesamten Siedlungsabfall, nach Behandlungsart, 2017, in kg/Kopf 312
Tabelle 137: Anpassungen an die Erstbehandlung von Restmüll 2030 für EU-Leitszenarien (1.000 Mg) 314
Tabelle 138: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 1, Leitszenario (SiAbf CL1 2030 LS), in den Formaten des EEA-Modells 315
Tabelle 139: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 2, Leitszenario (SiAbf CL2 2030 LS), in den Formaten des EEA-Modells 316
Tabelle 140: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, EU27 ohne Deutschland, Leitszenario (SiAbf EU27 (ohne DE) 2030 LS), in den Formaten des EEA-Modells 318
Tabelle 141: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, DE, Leitszenario (SiAbf DE 2030 WFD), aus deutschem Teilbericht 319
Tabelle 142: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 1, Spezialszenario (SiAbf CL1 2030 SS), in den Formaten des EEA-Modells 321
Tabelle 143: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 2, Spezialszenario (SIABF CL2 2030 SS), in den Formaten des EEA-Modells 322
Tabelle 144: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, EU27 (ohne DE), Szenario mit Eigenkompostierung (SiAbf EU27 (ohne DE), 2030 EK), in den Formaten des EEA-Modells 324
Tabelle 145: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, DE, Szenario mit Eigenkompostierung (SiAbf DE 2030 EK), aus deutschem Bericht 325

Tabelle 146: EAK-Stat-Schlüssel und zugeordnete EAV-Einträge, die Lebensmittelabfälle enthalten, sowie geschätzter Anteil der Lebensmittelabfälle nach EAV-Schlüssel 327
Tabelle 147: P&G-Abfallaufkommen: Hochgerechnete Basisdaten für die EU27 (ohne DE), 2017, und Darstellung des Untersuchungsrahmens, in 1.000 Mg 328
Tabelle 148 Abgrenzung zwischen Produktions- und Gewerbeabfällen und Siedlungsabfällen, in 1.000 Mg und in Gewichtsprozent 331
Tabelle 149: Verhältnis zwischen Abfallbehandlung und Abfallaufkommen nach EAK-Stat-Schlüssel in der EU27 (ohne DE) im Jahr 2016 333
Tabelle 150: B&A-Abfallaufkommen: Hochgerechnete Basisdaten für EU27 (ohne DE), 2017, und Darstellung des Untersuchungsrahmens, in Tonnen.....334
Tabelle 151: Aufkommen und Behandlung von Ausbauasphalt nach Daten von EAPA 335
Tabelle 152 Schätzung des Aufkommens und der Behandlung von Ausbauasphalt für Länder, für die keine EAPA-Daten vorliegen 336
Tabelle 153: WStatR-Berichtsformat zum Abfallaufkommen (vereinfacht) 337
Tabelle 154: WStatR-Berichtsformat zur Abfallbehandlung (vereinfacht) .338
Tabelle 155: Spezifische THG-Nettoergebnisse je Behandlungsoption - SiAbf - in kg CO_2-Äq/Mg 339
Tabelle 156: Übersicht Heizwert und Kohlenstoffgehalt des Restmülls für die verschiedenen Siedlungsabfall-Bilanzräume und Szenarien ..341
Tabelle 157: Übersicht Heizwert und fossiler Kohlenstoffgehalt der Abfallfraktionen.....341

Abkürzungsverzeichnis

ARRL	Abfallrahmenrichtlinie
B&A-Abfall	Bau- und Abbruchabfälle
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMKW	Biomasseheizkraftwerk
CEWEP	Verband der europäischen Abfallverbrennungsanlagen
CO_2-Äq	Kohlendioxid-Äquivalente
DE	Deutschland
E	Einwohnerinnen und Einwohner
EAK	Europäischer Abfallkatalog (max. 4-stellige EAK-Stat-Schlüssel)
EAV	Europäisches Abfallverzeichnis (6-stellige EAV-Schlüssel)
EBS	Ersatzbrennstoff
ECN	Europäisches Kompostnetzwerk
EEA	Europäische Umweltagentur
EEA-Modell	Europäisches Referenzmodell zum Aufkommen und zur Behandlung von Siedlungsabfällen
EU	Europäische Union
EU27 (ohne DE)	EU27 ohne Deutschland
Fe	Eisen
FEAD	Europäischer Verband für Abfallwirtschaft
FS	Frischsubstanz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LMA	Lebensmittelabfälle
LVP	Leichtverpackungsabfälle
MA	Mechanische Aufbereitung/Behandlung
MBAs	Mechanisch-biologische Behandlungsanlagen (auch MPS und MBS)
Mg	Megagramm (metrische Tonne)
MVA	Müllverbrennungsanlage
MS	EU-Mitgliedstaat
N2O	Distickstoffoxid (Lachgas)
NACE	Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne/Statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft
NIR	Nationaler Inventarbericht
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
P&G-Abfall	Produktions- und Gewerbeabfälle
RC-Rate	Recyclingrate
SiAbf	Siedlungsabfälle
TAB	Thermische Abfallbehandlungsanlage

THG	Treibhausgas
TM	Trockenmasse
UBA	Umweltbundesamt
UN	Vereinte Nationen
UNFCCC	Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen
WEEE	Elektro- und Elektronik-Altgeräte
WStatR	Verordnung zur Abfallstatistik (2150/2002/EG)

Zusammenfassung

Mit dem Übereinkommen von Paris vom Dezember 2015 haben sich in Nachfolge des Kyoto-Protokolls erneut Mitgliedstaaten verpflichtet, die anthropogenen Treibhausgas (THG-) Emissionen zu reduzieren und die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 °C gegenüber vorindustriellen Werten zu beschränken. Dazu sind eingehende Anstrengungen notwendig über alle klimarelevanten Sektoren und Quellgruppen hinweg, so auch im Abfallbereich.

Der Sektor Abfall ist nach den allgemeinen Berichterstattungspflichten des Kyoto-Protokolls auf direkte und nicht-energetische THG-Emissionen beschränkt, um eine Doppelberichterstattung zu vermeiden. Die Gesamtheit des erzielten und erzielbaren Beitrags zum Klimaschutz kann durch die Methode der Ökobilanzierung (LCA) für den Abfallsektor nachgewiesen werden (z. B. dokumentiert in (Dehoust et al. 2010; Vogt et al. 2015)).

In dieser Studie wird die abfallwirtschaftliche Situation im Jahr 2017 untersucht und bildet die Basis für die THG-Bilanzen. Für das Zieljahr 2030 wird der mögliche Klimaschutzbeitrag der Kreislaufwirtschaft vor dem Hintergrund der weiterentwickelten politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen aufgezeigt. Zudem konnte in dieser Studie ein Ansatz gezeigt werden, die Abfallvermeidung in die Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft einzubeziehen.

Der vorliegende Teilbericht zum Projekt "Klimaschutzpotenziale in der Kreislaufwirtschaft – Deutschland, EU"[1] dokumentiert die Arbeiten und Ergebnisse für die EU. Er beschreibt das methodische Vorgehen bei der Datenerhebung, die Grundlagen für die THG-Bilanzen sowie die aus den Erkenntnissen der Studie abgeleiteten Ergebnisse und Empfehlungen. Die Ergebnisse für Deutschland sind separat veröffentlicht ("Teilbericht Deutschland"). In beiden Berichten werden die folgenden Abfallarten betrachtet:

- Siedlungsabfälle (SiAbf.)
- Lebensmittelabfälle (LMA, als Sonderbilanzraum)
- Produktions- und Gewerbeabfälle (P&G-Abfälle)
- Bau- und Abbruchabfälle (B&A)

Für jede der Abfallarten wurde eine eigene Mengenerhebung und THG-Bilanzierung durchgeführt. Methodisch sind die Bilanzräume für Siedlungsabfälle, P&G-Abfälle sowie B&A-Abfälle komplementär, während Lebensmittelabfälle als Sonderbilanzraum, die Lebensmittelabfälle aus dem Bereich der Siedlungsabfälle und dem Bereich der P&G-Abfälle umfassen.

Für Siedlungsabfälle und Lebensmittelabfälle sind detaillierte THG-Bilanzen abgebildet, für P&G- und B&A-Abfälle erfolgt eine überschlägige Betrachtung. Für Siedlungsabfälle und LMA ist die Ist-Situation im Basisjahr 2017 für Deutschland, für die aktuelle EU27, die vorige EU28 (mit UK) und zudem für zwei aus den EU-Mitgliedstaaten definierte Cluster untersucht. Für P&G- und B&A-Abfälle beschränkt sich die Untersuchung auf Deutschland und die EU27. Künftige THG-Minderungspotenziale für das Zieljahr 2030 sind für die Siedlungsabfälle und LMA mit je zwei Szenarien für Deutschland, die EU27 und die beiden EU-Cluster umfassender analysiert. Für P&G- und B&A-Abfälle sind es zwei Szenarien für Deutschland und ein Szenario für die EU27.

Für Siedlungsabfälle und die Sonderbilanz Lebensmittelabfälle wurde ein größerer Aufwand betrieben, um die detaillierteren Ergebnisse für Deutschland (Teilbericht Deutschland) mit den für die anderen EU-Länder verfügbaren Daten zusammenzuführen. Es wurden alle Berechnungen zunächst getrennt für die EU27 ohne Deutschland (EU27 ohne DE) und

[1] Langtitel: Ermittlung von Klimaschutzpotenzialen in der Kreislaufwirtschaft für Deutschland und die EU als Beitrag zur Erreichung der Ziele der nationalen und internationalen Klimaschutzverpflichtungen.

Deutschland durchgeführt und anschließend die Ergebnisse zusammengeführt. Im Durchschnitt sind die Daten für Deutschland detaillierter als für die anderen 26 EU-Mitgliedstaaten, für die im Rahmen dieser Studie nur begrenzt Untersuchungen zu den nationalen Gegebenheiten durchgeführt werden konnten.

Datenlage, Verfahren zur Datenerhebung

Die neuesten Daten wurden verwendet, um einen konsistenten Datensatz für alle vier Abfallströme zu bilden, der sich auf dasselbe Bezugsjahr (2017) bezieht. Dies ist eine Herausforderung, weil

- Die beiden Hauptquellen für statistische Abfalldaten auf EU-Ebene, d. h. der Datensatz für Siedlungsabfälle und die Daten der Abfallstatistikverordnung[2] (WStatR), beruhen auf unterschiedlichen Konzepten, die nur schwer miteinander in Einklang zu bringen sind;
- die Häufigkeit der Datenerhebung für beide Datensätze unterscheidet sich; während die SiAbf-Daten jährlich erhoben werden, werden die WStatR-Daten nur für gerade Jahre zweijährlich gemeldet. Für Siedlungsabfälle lagen die Daten für das vereinbarte Bezugsjahr 2017 bereits zu Beginn der Studie vor, während sich die neuesten WStatR-Daten auf 2016 beziehen.

Es wurde vereinbart, die neuesten SiAbf-Daten für das Bezugsjahr 2017 zu verwenden und die WStatR-Daten für die anderen Abfallströme auf 2017 zu extrapolieren, um einen einheitlichen Datensatz für die THG-Bilanzen zu erhalten. Die Extrapolation der WStatR-Daten wird in Kapitel 3.3. erläutert.

Zusätzlich zu den an Eurostat gemeldeten SiAbf- und WStatR-Daten mussten für die Erstellung der Basisdaten weitere Datensätze verwendet werden, insbesondere das Europäische Referenzmodell zum Aufkommen und zur Behandlung von Siedlungsabfällen (im Folgenden als EEA-Modell[3] bezeichnet).

Die jeweiligen Datenquellen werden in Kapitel 3.2. zusammenfassend dargestellt.

Bestimmung der beiden EU-Cluster

Für die THG-Bilanzierung der Abfallströme "Siedlungsabfälle" und "Lebensmittelabfälle" wurden zwei Ländercluster definiert. Die beiden Cluster sollen Länder mit Nachholbedarf im Hinblick auf eine klimafreundliche Abfallwirtschaft und im Hinblick auf die abfallwirtschaftlichen Ziele der EU abdecken, die ein hohes Potenzial zur Reduzierung der THG-Emissionen im Zusammenhang mit der Abfallwirtschaft aufweisen.

Es wurden verschiedene Indikatoren und Ländermerkmale untersucht, um geeignete Kriterien für die Clusterbildung zu ermitteln. Auf der Grundlage der Analyse wurden die beiden Cluster wie folgt definiert:

- **Cluster 1** umfasst alle Länder, die berechtigt sind, die Frist für die Wiederverwendungs-/Recyclingziele der ARRL für die Jahre 2025, 2030 und 2035 um fünf Jahre zu aufzuschieben, weil sie 2013 eine niedrige Recyclingquote und/oder eine hohe Deponierungsquote aufwiesen. Zu dieser Gruppe gehören die **12 Länder** Bulgarien, Estland, Griechenland, Kroatien, Zypern, Lettland, Litauen, Ungarn, Malta, Polen, Rumänien und die Slowakei.

[2] Verordnung (EG) Nr. 2150/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2002 zur Abfallstatistik (ABl. L 332 vom 9.12.2002, S. 1, zuletzt geändert durch ABl. L 253 vom 28.9.2010, S. 2).

[3] Europäisches Referenzmodell zum Aufkommen und zur Behandlung von Siedlungsabfällen, Version 2018, erstellt von der Europäischen Umweltagentur (EEA). Die EEA war so freundlich, dem Auftragnehmer das Modell bereits im März 2019, vor der offiziellen Veröffentlichung, zur Verfügung zu stellen. Es ist jetzt bei Eionet, dem Europäischen Umweltinformations- und Umweltbeobachtungsnetz, verfügbar: https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/etc-wmge-files/eurm_mswm.zip.

- **Cluster 2** umfasst alle Länder, die für 2017 eine Recyclingquote für Siedlungsabfälle meldeten, die unter oder gleich der Recyclingquote der EU27 (ohne Vereinigtes Königreich) lag und die nicht in Cluster 1 enthalten sind. Zu Cluster 2 gehören die **8 Länder** Tschechische Republik, Dänemark, Irland, Spanien, Frankreich, Portugal, Finnland und Schweden.

Nicht in den beiden Clustern enthalten sind die Länder, die für 2017 eine Recyclingquote über der EU27-Quote von 47 % gemeldet haben, sowie das Vereinigte Königreich. Das Vereinigte Königreich wird nicht berücksichtigt, da das Land kein EU-Mitgliedstaat mehr ist und daher nicht Gegenstand der Entwicklung von Empfehlungen ist.

Grundlagen der THG-Bilanzierung

Die Ermittlung der Klimaschutzpotenziale der Kreislaufwirtschaft erfolgt mittels der Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft in Anlehnung an ISO 14040/44. Die Methode wurde bereits vielfach in Studien angewendet und ausführlich beschrieben (z. B. (Dehoust et al. 2010), (Vogt et al. 2015)). Sie erlaubt eine ganzheitliche Betrachtung des Sektors Abfall, da neben den direkten Emissionen der Abfallbehandlung (Belastungen) auch die potenziell vermiedenen Emissionen (Gutschriften) durch die Substitution von Primärprodukten und konventionell erzeugter Energie einbezogen werden. Zur Bewertung der Klimawirkung von THG-Emissionen werden die Charakterisierungsfaktoren für den 100-Jahreshorizont (GWP100) nach IPCC (2013) verwendet.

Für die Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft gelten bestimmte Regeln, wie z. B. dass Systemvergleiche nur für gleiche Gesamtabfallmengen und -qualitäten durchgeführt werden dürfen. In die Bilanzierung werden alle Emissionen einbezogen, die bei der Behandlung einer definierten Abfallmenge anfallen und damit auch die über mehrere Jahrzehnte entstehenden Emissionen aus der Deponierung. Ein weiterer relevanter Aspekt ist, dass für die stoffliche Verwertung das technische Substitutionspotenzial angerechnet wird und nicht das Substitutionspotenzial nach Marktmix. Bei der Mitverbrennung von Abfällen in Zement- oder Kohlekraftwerken wird die Substitution fossiler Regelbrennstoffe berücksichtigt. Die Erzeugung von Strom und Wärme aus Abfall in thermischen Abfallbehandlungsanlagen (TAB) wird durch Substitution der durchschnittlichen Strom- und Wärmeerzeugung angerechnet, um die Dynamik aus der Energiewende in Zukunftsszenarien nachvollziehen zu können.

Aus Gründen der Konsistenz werden für alle Bilanzräume generell die durchschnittlichen Emissionsfaktoren für Strom und Wärme der EU27 verwendet. Dies gilt auch für die separat berechneten Bilanzen für Deutschland, die mit den Ergebnissen für die EU27 (ohne DE) zusammengeführt werden. In der separaten Studie für Deutschland (Teilbericht Deutschland) wurden nationale Werte verwendet. Für die beiden Cluster wurde der Einfluss regionaler Emissionsfaktoren für Strom in Sensitivitätsanalysen untersucht. Für die 2030 Szenarien sind die einheitlich verwendeten EU27-Emissionsfaktoren an einen veränderten Energieträgermix angepasst. Da sich veränderte Emissionsfaktoren für Strom auch auf die Primärproduktion auswirken, wurde auch ein entsprechend reduziertes Substitutionspotenzial für die stromintensive Primärproduktion von Papier und Aluminium abgeschätzt. Grundsätzlich wurden wie in der Vorgängerstudie (Vogt et al. 2015) harmonisierte Emissionsfaktoren für substituierte Primärprozesse verwendet.

Bei der Bilanzierung der Abfallbehandlungsoptionen für Restmüll, trockene und organische Wertstoffe sowie Holz wurde versucht, so weit möglich nationale Daten zu verwenden. Recherchen auf nationaler Ebene konnten im Rahmen der Studie nur in begrenztem Umfang durchgeführt werden. Die nationalen Inventarberichte wurden ausgewertet, um Parameter für die Deponierung, Kompostierung und Vergärung zu erhalten. Gewichtete Nutzungsgrade für erzeugte Energie aus der thermischen Behandlung konnten auf der Grundlage

länderspezifischer Kapazitäten von thermischen Behandlungsanlagen in Scarlat et al. (2019) abgeleitet werden. Der anfängliche Versuch, gewichtete Wirkungsgrade auf der Grundlage der Daten und Massenströme von Siedlungsabfällen aus dem EEA-Modell zu verwenden, führte zu unplausiblen Ergebnissen. Relevante Parameter für den Restmüll (Heizwert, fossiler und biogener Kohlenstoffgehalt) wurden auf Basis der Abfallzusammensetzungen aus dem EEA-Modell berechnet. Für Deutschland lagen Daten aus einer aktuellen bundesweiten Sortieranalyse für Restmüll aus Haushalten vor. Für gewerbliche Siedlungsabfälle und Sperrmüll mussten weniger repräsentative Daten als Näherungswerte verwendet werden. In den Fällen, in denen keine EU-Daten aus dem EEA-Modell oder den anderen Quellen abgeleitet werden konnten, wurden die Berechnungen für Deutschland auch für die EU verwendet oder es wurden plausible Annahmen auf der Grundlage der deutschen Daten abgeleitet.

Siedlungsabfälle

Die **Basisdaten für Siedlungsabfälle** wurden aus den Daten des EEA-Modells (Einzelheiten siehe Kapitel 3.2.2) und den an Eurostat gemeldeten Siedlungsabfalldaten (Einzelheiten, siehe Kapitel 3.2.1) berechnet. Die Mengen und die Zusammensetzung des Aufkommens und der Behandlung von Siedlungsabfällen wurden für die EU27 (ohne DE) und für die beiden Cluster berechnet und dann mit den Datensätzen aus dem Teilbericht über Deutschland zusammengeführt. Der folgende Ansatz (siehe Kapitel 5.1) für die Datenzusammenstellung wurde gewählt:

- Berechnung das EEA-Modell-Basisszenarios als wahrscheinlichste Entwicklung für alle 28 Länder,
- Verwenden der Eurostat-Daten 2017 (tatsächlich von den Mitgliedstaaten gemeldet), um die vom Modell berechneten Hauptströme anzupassen,
- Verwendung der Aufschlüsselung nach den wichtigsten Abfallströmen im EEA-Modell und der von den Ländern an Eurostat gemeldete Aufteilung der Behandlung als Mittel zur Anpassung der wichtigsten Ströme der Daten des EEA-Modells an die gemeldeten Trends, und
- Verwendung der Aufschlüsselung nach Materialien und der detaillierten Aufteilung der Behandlungen in % (z. B. 5 MBA-Typen und zugehörige Outputs), um sie auf die angepassten Hauptströme anzuwenden.

Um so vorzugehen, wurden Ähnlichkeiten zwischen den Eurostat-Daten und denen des EEA-Modells identifiziert, die hilfreich waren, um die Daten des EEA-Modells (Prognose) an die realen Entwicklungen anzupassen, die sich in den Eurostat-Daten für Organikabfälle (Variable: Kompostierung und Vergärung) und trockene Wertstoffe (Variable: stoffliche Verwertung) widerspiegeln.

Das weitere Vorgehen bestand in der Validierung der Berechnungen. Die Validierung umfasste Folgendes:

1. Überprüfung der Eurostat-Metadaten auf methodische Änderungen; Korrekturen offensichtlicher Unstimmigkeiten (z. B. unterschiedliche Trends aufgrund methodischer Brüche wie z. B. der Ausschluss von MBA-Mengen aus der Kompostierung/Vergärung in den Eurostat-Daten 2017 im Vergleich zu 2015).
2. Vergleich aller relevanten Untergliederungen in %, die im Modell 2017 und 2015 verwendet wurden, und Bereinigung größerer Unstimmigkeiten (Gesamt-SiAbf-Zusammensetzung nach Materialien, Aufschlüsselung der Behandlung von Restmüll, Aufschlüsselung der Behandlung von Organikabfall, Erfassungsquoten für trockene Wertstoffe und Organikabfall sowie Verlustraten zur Berechnung der Rückstandsmengen für trockene Wertstoffe und Organikabfall).

3. Vergleich der berechneten Restmüllzusammensetzung mit den Daten zur stofflichen Zusammensetzung aus der Literaturrecherche (z. B. aus nationalen Abfallwirtschaftsplänen).
4. Vergleich der vom Modell für den Letztverbleib berechneten Beträge mit den Eurostat-Daten in denjenigen Fällen, wo die Meldung an Eurostat bekanntermaßen dem Konzept des Letztverbleibs sehr nahekommt.

Die Validierungen 1 und 2 mussten für alle Länder durchgeführt werden, während die übrigen Validierungen nur auf die größeren Länder angewendet wurden, die 80 % der Cluster und EU-Aggregate abdecken.

Die Ausgangsdaten für das Aufkommen und die Behandlung von Siedlungsabfällen sind in Abbildung 1 für die EU27 dargestellt. Ähnliche Abbildungen wurden für die EU28, einschließlich des Vereinigten Königreichs, sowie für Cluster 1 und Cluster 2 erstellt. Die Materialströme *Elektro- und Elektronik-Altgeräte*, *Batterien und Akkumulatoren, gefährliche Abfälle (ohne Elektro- und Elektronik-Altgeräte), Schutt und Böden* sowie bei den trockenen Wertstoffen *Textilien* sind nicht Gegenstand dieser Studie, mussten aber in den Berechnungen beibehalten werden, um mit den Eurostat-Daten, die diese Ströme enthalten, kohärent zu sein. Die Herausnahme dieser Ströme aus den Berechnungen hätte zu falschen Anpassungsfaktoren geführt. Daher werden diese Ströme bei den Gesamtberechnungen der Siedlungsabfalldaten verwendet, aber bei den schließlich vorgelegten Mengen und den Treibhausgasbilanzen nicht berücksichtigt.

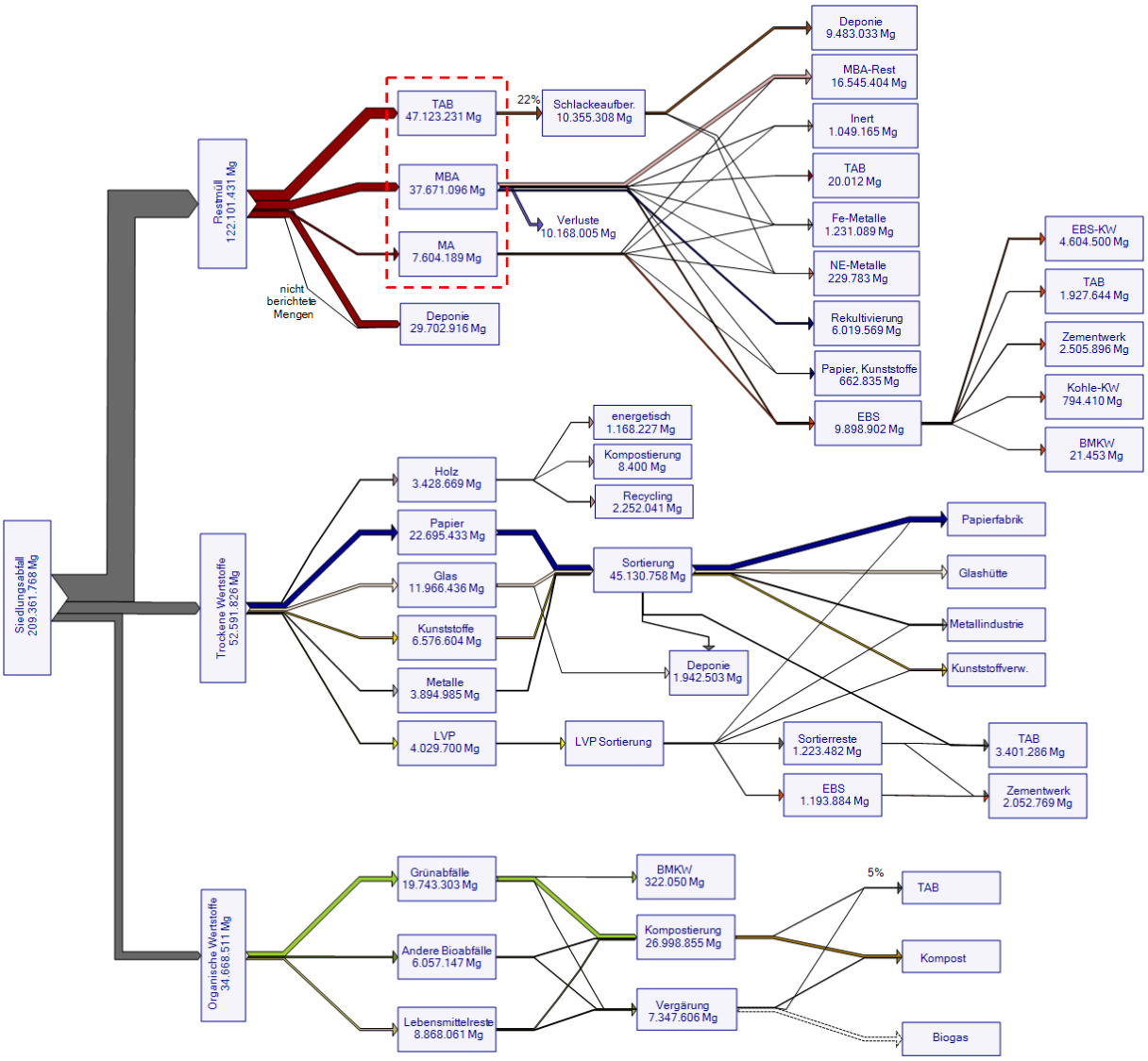
Abbildung 1 zeigt, dass der größte Teil der Abfälle in der EU nach wie vor aus Restmüll besteht. Der Anteil beläuft sich auf 58 % für die EU27 (bzw. 59 % für die EU28, 77 % für Cluster 1 und 67 % für Cluster 2). Zum Vergleich: In Deutschland liegt der Anteil bei 42 %. Die getrennt gesammelten trockenen Wertstoffe (einschließlich Holz) machen sowohl in der EU27 als auch in der EU28 25 % der gesamten festen Siedlungsabfälle aus, aber nur 16 % in Cluster 1 und 20 % in Cluster 2. Im Vergleich dazu liegt der Anteil in Deutschland bei 35 %. Der Anteil der getrennt gesammelten organischen Abfälle liegt bei 17 % für die EU27 bzw. 16 % für die EU28, beträgt aber nur 7 % für Cluster 1 und 12 % für Cluster 2. Für Deutschland ist ein Anteil von 23 % für die getrennt gesammelten organischen Abfälle berücksichtigt.

Der Anteil Restmüll zur Behandlung und zur Deponierung beträgt:

- EU27: 24 % Deponierung, 76 % Behandlung (davon 51 % Verbrennung)
- EU28: 25 % Deponierung, 75 % Behandlung (davon 51 % Verbrennung)
- Cluster 1: 50 % Deponierung, 50 % Behandlung (davon 9 % Verbrennung)
- Cluster 2: 29 % Deponierung, 71 % Behandlung (davon 58 % Verbrennung)

Zum Vergleich: In Deutschland werden 0 % Restmüll deponiert, 67 % des Restmülls zur Behandlung werden verbrannt.

Abbildung 1: Sankey-Diagramm Siedlungsabfall EU27 2017



Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Für Siedlungsabfälle werden zwei **Szenarien** für das Jahr 2030 für die EU-Bilanzräume der EU27, Cluster 1 und Cluster 2 entwickelt. Das erste Szenario für alle drei Bilanzräume wird als "Leitszenario" bezeichnet. Die Leitszenarien folgen den Zielen der Abfallrahmenrichtlinie (ARRL), d. h. sie gehen davon aus, dass alle Länder die rechtlichen Ziele einhalten und berücksichtigen wahrscheinliche Entwicklungen in der Behandlung von Siedlungsabfällen in der Zukunft. Das zweite Szenario unterscheidet sich für die EU27 und für die Cluster, alle haben jedoch das Ziel, ein niedrigeres Ambitionsniveau zu untersuchen. Für die EU27 wurde ein modell-theoretisches Szenario betrachtet, bei dem die Eigenkompostierung für die Recyclingziele berücksichtigt wurde. Für die Cluster wurden Spezialszenarien entwickelt, um die Auswirkungen der Nichteinhaltung der Recyclingquoten zu testen.

Das modell-theoretische Szenario "mit Eigenkompostierung in der RC-Rate" für die EU27 ist weniger ehrgeizig, entspricht aber immer noch dem gesetzlichen Recyclingziel. Die bewertete Menge an Eigenkompostierung für die EU27 – etwa 40,2 Mio. Tonnen (oder etwa 90 kg/E*a) – wird dem Aufkommen an Siedlungsabfällen in den Jahren 2017 und 2030 hinzugerechnet (gleiche Gesamtabfallmengen als Voraussetzung der Ökobilanzmethode für Systemvergleiche) und trägt zur Recyclingrate bei. Infolgedessen wird der Restmüll im Jahr 2030 im Szenario mit

Eigenkompostierung in der RC-Rate nur um 27 % reduziert, anstatt um 42 % im Leitszenario ohne Eigenkompostierung. Die höheren Mengen an "Restmüll zur Behandlung" werden entsprechend der gleichen Aufteilung der Behandlungstechnologien wie im Leitszenario zugewiesen, und die Einhaltung der Deponierichtlinie wird weiterhin berücksichtigt (die Menge des zu deponierenden Restmülls im Jahr 2030 ist nahezu gleich). Es ist jedoch zu beachten, dass das Szenario mit großen Datenunsicherheiten behaftet ist. Darüber hinaus war es im Rahmen der Studie nicht möglich, die potenziellen Wechselwirkungen zwischen der getrennten Sammlung von Organikabfällen und der Eigenkompostierung zu erörtern.

Zusätzlich zu den Szenarien wurde der Einfluss der regionalen Emissionsfaktoren für Strom für die beiden Cluster in Sensitivitätsanalysen untersucht.

Die **Ergebnisse der THG-Bilanz für die EU27** für das Basisjahr 2017 und für das Leitszenario 2030 zeigt Tabelle 1. Insgesamt ergeben sich in beiden Szenarien absolute Nettoentlastungspotenziale (negative Werte, Gutschriften höher als Belastungen). Das Nettoentlastungspotenzial für 2017 beträgt -3,53 Millionen Tonnen CO_2-Äq. Dieses geringe Entlastungspotenzial ist hauptsächlich auf die hohen Abfallmengen zurückzuführen, die in der EU27 immer noch deponiert werden ("Restmüll zur Deponie") und die für eine absolute Nettobelastung von 27,59 Mio. Tonnen CO_2-Äq. verantwortlich sind. Die Ergebnisse der anderen Abfallfraktionen sind mit Nettoentlastungspotenzialen verbunden, wenngleich diese bei den Organikabfällen (Lebensmittelreste, Grünabfälle, andere Bioabfälle aus dem EEA-Modell sowie Abfälle aus der Biotonne und Küchen-/Kantinenabfälle aus der deutschen Abfallstatistik) gering sind.

Die spezifischen Nettoergebnisse pro Tonne zeigen, dass vor allem das Recycling von trockenen Wertstoffen, insbesondere von Metallen, gefolgt von Leichtverpackungen (LVP, nur Deutschland), Kunststoffen, Glas und Papier, mit höheren Nettoentlastungspotenzialen verbunden ist. Das Recycling von Holz weist ein geringeres Nettoentlastungspotenzial auf, und für Organikabfälle ist es aufgrund des hohen Anteils der Kompostierung fast Null. Das spezifische Nettoentlastungspotenzial für „Restmüll zur Behandlung", zu dem die thermische Abfallbehandlung (TAB), die mechanisch-biologische Behandlung (MBA) und die mechanische Behandlung (MA) gehören (siehe rot gestrichelt umrandeter Kasten in Abbildung 1), ist ebenfalls eher gering. Das spezifische Entlastungspotenzial ist höher, wenn die erzeugten EBS anteilig auch in Zement- und Kohlekraftwerken mitverbrannt werden, wo sie fossile Brennstoffe ersetzen. Es bestehen jedoch große Datenunsicherheiten in Bezug auf den Anteil der EBS und sowohl die Zusammensetzung des Einsatzmaterials als auch Charakteristika und Qualität der erzeugten EBS. Darüber hinaus enthält dieses Ergebnis eine Korrektur für Ungarn, wo die nach dem EEA-Modell der MA zugeschriebenen Mengen laut dem nationalen Inventarbericht letztlich ohne weitere Behandlung deponiert werden (NIR HU 2019).

Im Leitszenario 2030 (2030 LS) erhöht sich das absolute Nettoentlastungspotenzial auf -29,99 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Der auffälligste Unterschied in den Ergebnissen ist die Verringerung der Nettobelastung durch Deponierung, die auf 3,96 Mio. Tonnen CO_2-Äq. reduziert wird. Die verbleibenden THG-Belastungen resultieren aus Cluster 1 Ländern, in denen die mögliche Ausnahmeregelung gemäß Deponierichtlinie berücksichtigt ist[4]. Die absoluten Nettoentlastungspotenziale bei trockenen Wertstoffen sind vor allem durch die höhere getrennte Erfassung und Recycling gestiegen, die nötig sind, um die Recyclingrate gemäß Abfallrahmenrichtlinie zu erreichen. Eine Ausnahme bildet Papier, dessen geringeres absolutes Nettoentlastungspotenzial auf die abgeschätzten geringeren THG-Emissionen der

[4] 5 Jahre Aufschub für Mitgliedstaaten, die 2013 mehr als 60 % deponiert haben; statt nur 10 %, dürfen noch 25 % in 2035 deponiert werden.

Primärproduktion von Papier zurückzuführen ist (Strombedarf berechnet mit dem niedrigeren Stromemissionsfaktor für 2030, siehe Ergebnisse pro Tonne). Eine solche Schätzung wurde auch für die stromintensive Produktion von Aluminium durchgeführt, was der Grund für das leicht reduzierte Ergebnis pro Tonne für Metalle ist.

Tabelle 1 Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktionen - Basisvergleich Siedlungsabfälle EU27: Basisjahr 2017 und Leitszenario 2030

Abfallfraktion	Absolut		Spez. pro Kopf[1]		Spez. pro Tonne	
SiAbf	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**
	Mio. Mg CO_2-Äq		kg CO_2-Äq/E		kg CO_2-Äq/Mg	
Restmüll zur Behandlung	-2,21	2,30	-5,0	5,2	-24	35
Organikabfälle	-0,03	-0,80	-0,1	-1,8	-1	-13
Papier	-10,05	-5,39	-22,6	-12,1	-443	-169
Glas	-5,43	-7,43	-12,2	-16,7	-454	-450
Kunststoffe	-3,43	-9,03	-7,7	-20,3	-522	-695
LVP	-3,44	-3,60	-7,7	-8,1	-854	-893
Metalle	-5,95	-9,32	-13,4	-20,9	-1527	-1413
Holz	-0,59	-0,67	-1,3	-1,5	-172	-132
Restmüll zur Deponie	27,59	3,96	61,9	8,9	929	928
Summe/Durchschnitt	**-3,53**	**-29,99**	**-7,9**	**-67,3**	**-17**	**-143**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 445.529.136 in 2017 (Tabelle 27).

Das geringfügig niedrigere spezifische Nettoergebnis pro Tonne für Holzabfälle im Szenario 2030 ist ebenfalls auf Defossilisierungseffekte zurückzuführen. Die geringeren Entlastungspotenziale für die Strom- und Wärmeerzeugung werden nur teilweise durch die für 2030 angenommenen höheren Nettowirkungsgrade der Biomasseheizkraftwerke kompensiert. Die geringe Menge, für die eine Pyrolyse angenommen ist, hat kaum einen Einfluss. Das spezifische Nettoergebnis liegt in der gleichen Größenordnung wie bei der Holzverwertung. Umgekehrt sind die Effekte der Defossilisierung auch hauptsächlich für das höhere spezifische Nettoergebnis pro Tonne für Kunststoff (und Kunststoff in LVP) verantwortlich. Die geringeren THG-Belastungen für den Strombedarf führen zu geringeren spezifischen Nettobelastungen für das Kunststoffrecycling. Die Entlastungspotenziale (Gutschriften) für Kunststoffabfälle ändern sich kaum. Steigerungen dieser könnten vor allem durch bessere Qualitäten und die daraus resultierende stärkere Substitution von Neukunststoffen anstelle von Anwendungen wie Holz und Beton als Ersatzstoffe erreicht werden (siehe auch Teilbericht Deutschland).

Das Nettoentlastungspotenzial für Organikabfälle ist im Leitszenario 2030 etwas höher, was in erster Linie durch den angenommenen Anstieg der Vergärung und Biogasnutzung erreicht wird. Die aus den nationalen Inventarberichten abgeleiteten THG-Emissionen der biologischen Behandlung wurden im Leitszenario 2030 nicht verändert. Die Kompostierung führt zu einer Nettobelastung für die EU27, sowohl für 2017 als auch für 2030. Die bei den Lebensmittelresten zusätzlich berücksichtigte Behandlung mit Soldatenfliegenlarve hat bei den geringen Mengen kaum Einfluss auf das Ergebnis. Das Nettoergebnis pro Tonne Abfall ist dem der Kompostierung ähnlich. Diese Behandlungsmethode könnte eine Alternative zur Deponierung darstellen.

Allerdings ist die Datenunsicherheit groß und es wurde angenommen, dass aufgrund der klimatischen Bedingungen in Südeuropa 75 % des Wärmebedarfs durch die Umgebungstemperatur gedeckt werden kann.

Das spezifische Nettoergebnis für Restmüll zur Behandlung verändert sich von einer leichten Nettogutschrift im Jahr 2017 zu einer leichten Nettobelastung im Leitszenario 2030. Dies ist zum einen auf die reduzierten Entlastungspotenziale für die Strom- und Wärmeerzeugung (Defossilisierung) aus Abfällen zurückzuführen. Andererseits ist auch der Anstieg des fossilen Kohlenstoffanteils im Restmüll von Bedeutung (insbesondere höherer Anteil an Kunststoffen)[5]. Ein weiterer Grund für geringere Gutschriften ist ebenfalls auf Klimaziele zurückzuführen und resultiert aus der Umleitung von EBS von der Mitverbrennung in Kohlekraftwerken zur Verbrennung in thermischen Behandlungsanlagen. Dies wird durch die höheren Nettowirkungsgrade, die für thermische Abfallbehandlungsanlagen im Jahr 2030 angenommen sind, leicht kompensiert.

Das modell-theoretische **Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate für die EU27** erlaubt eine Betrachtung auf einem reduzierten Ambitionsniveau für die getrennte Sammlung. Allerdings sind die Datenunsicherheiten bei der Eigenkompostierung sehr hoch, sowohl in Bezug auf die Menge als auch auf die damit verbundenen THG-Emissionen. Der Zweck dieses Szenarios ist es, die Auswirkung einer weniger ehrgeizigen Erhöhung der getrennten Sammlung zu untersuchen, und aufgrund der hohen Datenunsicherheiten wurde die Eigenkompostierung in der THG-Bilanz mit Null bewertet (obwohl tendenziell Nettobelastungen anzunehmen sind, siehe Anhang Teilbericht Deutschland).

Das Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate 2017 (SiAbf EU27 EK 2017) führt zu einem absoluten Nettoentlastungspotenzial von etwa -3,5 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Ein Vergleich auf absoluter Ebene mit dem Basisvergleich ist aufgrund der unterschiedlichen Gesamtabfallmengen (209,4 Mio. Tonnen im Basisvergleich und 249,6 Mio. Tonnen im Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate) nicht möglich. Da jedoch die THG-Emissionen aus der Eigenkompostierung nicht berücksichtigt sind, ist das absolute Ergebnis der THG-Bilanz für 2017 identisch mit dem absoluten Ergebnis des Basisszenarios 2017 (SiAbf EU27 2017).

Für das Jahr 2030 ergibt sich für das Szenario mit Eigenkompostierung im RC-Rate (SiAbf EU27 EK 2030) ein absolutes Nettoentlastungspotenzial von -25,2 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Auch hier gilt, dass ein Vergleich mit dem Basisvergleich (Leitszenario 2030) auf absoluter Ebene nicht möglich ist. Würde man jedoch die Eigenkompostierung als praktisch emissionsneutral betrachten, könnte man feststellen, dass das Szenario mit geringerem Ambitionsniveau für die verstärkte getrennte Sammlung zu einem geringeren Emissionseinsparungspotenzial von etwa 5 Millionen Tonnen CO_2-Äq im Vergleich zum Leitszenario 2030 führen würde. Ein qualitativer Vergleich für das Jahr 2030 zeigt, dass insbesondere das Recycling von trockenen Wertstoffen aufgrund der geringeren getrennt gesammelten Mengen geringere absolute Nettoentlastungspotenziale erzielt. Die Ergebnisse für Restmüll weichen aufgrund unterschiedlicher Behandlungsmengen und unterschiedlicher Abfallzusammensetzungen und damit Eigenschaften leicht ab. Auf der spezifischen Ebene pro Tonne sind die Ergebnisse für die Abfallfraktionen unverändert oder leicht verändert, letzteres entweder aufgrund veränderter Behandlungssplits oder veränderter Zusammensetzungen und Eigenschaften von Restmüll. Der deutlichste Unterschied auf der spezifischen Ebene ergibt sich in Bezug auf die Gesamtabfallmengen. Das gesamte spezifische Nettoentlastungspotenzial ist deutlich geringer, da sich die Ergebnisse auf

[5] Dies ist in der separat berechneten Bilanz für Deutschland anders. Dort ist der fossile Kohlenstoffgehalt im Restmüll im Leitszenario geringer ist, was ein Grund dafür ist, dass das spezifische Nettoergebnis immer noch ein Nettoentlastungspotenzial ist (mit EU27-Emissionsfaktoren, vgl. Teilbericht Deutschland).

rund 250 Millionen Tonnen beziehen (einschließlich der 40,2 Millionen Tonnen Eigenkompostierung).

- SiAbf EU27 EK 2017: -14 kg CO_2-Äq/Mg (16 % niedriger als im Basisjahr 2017)
- Siabf EU27 EK 2030: -101 kg CO_2-Äq/Mg (30 % niedriger als im Leitszenario 2030)

Die Berechnung für **Cluster 1 und Cluster 2** wurde in der gleichen Weise durchgeführt wie für die EU27 (ohne DE). Es wurden jedoch länderspezifische Aspekte angepasst. Dies gilt neben den Abfallbehandlungsströmen auch für die aus den nationalen Inventarberichten abgeleiteten Parameter für die Deponierung, Kompostierung und Vergärung sowie für die gewichteten Nettowirkungsgrade der thermischen Abfallbehandlung. Darüber hinaus wurden die unterschiedlichen Abfallzusammensetzungen für Restmüll aus dem EEA-Modell und die daraus resultierenden Kennwerte speziell für die Ländercluster berechnet. Anders als für die EU27 (und EU28) weisen die absoluten Ergebnisse für die beiden Cluster im Basisjahr 2017 eine Nettobelastung auf, die im Wesentlichen durch die hohen Anteile von Restmüll zur Deponierung (in Cluster 1 relevanter als in Cluster 2) verursacht wird. Darüber hinaus führt in Cluster 1 die Korrektur für Ungarn (Mengen, die aus dem EEA-Modell der MA zugeschrieben sind, die aber letztlich ohne weitere Behandlung deponiert werden) zu einer spezifischen Nettobelastung für Restmüll zur Behandlung (in den anderen Bilanzräumen Nettoentlastungen).

Für **Cluster 1** sind die Nettoergebnisse für die drei Szenarien wie folgt:

- Basisjahr, 2017: +10,5 Mio. Mg CO_2-Äq (102,6 kg CO_2-Äq/E; 300 kg CO_2-Äq/Mg)
- Leitszenario 2030: -0,93 Mio. Mg CO_2-Äq (-9,1 kg CO_2-Äq/E; -27 kg CO_2-Äq/Mg)
- Sonderszenario 2030: -0,36 Mio. Mg CO_2-Äq (-3,5 kg CO_2-Äq/E; -10 kg CO_2-Äq/Mg)

Im Jahr 2017 dominiert die Restmülldeponierung eindeutig die Belastungen. Beide Szenarien 2030 zeigen eine Verschiebung des Nettoergebnisses von einer Nettobelastung zu einer leichten Nettoentlastung. In beiden Szenarien ist dies hauptsächlich auf die Abkehr von der Deponierung zurückzuführen (die auch für die korrigierte Menge für Ungarn anteilig angenommen wurde). Darüber hinaus sind die erhöhte Menge an getrennt gesammelten trockenen Wertstoffen und technische Optimierungen für die Nettoentlastung in beiden 2030-Szenarien verantwortlich. Diese Aspekte wirken den Effekten aus der Defossilisierung entgegen. Die Menge der getrennt gesammelten trockenen Wertstoffe ist im Sonderszenario 2030 geringer als im Leitszenario 2030, was vor allem das geringere Nettoentlastungspotenzial erklärt. Die Behandlung von Organikabfällen ist aufgrund des hohen Anteils der Kompostierung (94 %) im Jahr 2017 mit einer Nettobelastung verbunden. Die Nettobelastung pro Tonne Abfall ist in den Szenarien für 2030 vor allem deshalb geringer, weil von höheren Mengen an Lebensmittelresten ausgegangen wird, die durch Vergärung behandelt werden. Die Behandlung mit Soldatenfliegenlarve trägt nur geringfügig zu den spezifischen Nettobelastungen bei.

Die Sensitivitätsanalyse mit dem höheren Stromemissionsfaktor 2017 für Cluster 1 hat kaum Auswirkungen auf die Ergebnisse. Die höheren Gutschriften für die Stromerzeugung aus Abfällen (die in Cluster 1 keine hohe Relevanz haben) werden durch die höheren Belastungen für den Strombedarf insbesondere für das Recycling kompensiert.

Für **Cluster 2** sind die Nettoergebnisse für die drei Szenarien wie folgt:

- Basisjahr, 2017: +3,06 Mio. Mg CO_2-Äq (19,1 kg CO_2-Äq/E; 39 kg CO_2-Äq/Mg)
- Leitszenario 2030: -12,63 Mio. Mg CO_2-Äq (-78,8 kg CO_2-Äq/E; -163 kg CO_2-Äq/Mg)
- Sonderszenario 2030: -4,18 Mio. Mg CO_2-Äq (-26,1 kg CO_2-Äq/E; -54 kg CO_2-Äq/Mg)

Die Ergebnisse für Cluster 2 werden wiederum von den Auswirkungen der Restmülldeponierung dominiert. Die Verschiebung hin zu einer Nettoentlastung im Leitszenario in Cluster 2 ist hauptsächlich auf die angenommene vollständige Abkehr von der Deponierung zurückzuführen. Im Sonderszenario 2030 ist die Nettoentlastung um 8,4 Mio. Tonnen CO_2-Äq niedriger als im Leitszenario 2030, da angenommen wurde, dass Cluster 2 Länder die Deponierung nicht vollständig beenden, da sie gemäß der Deponierichtlinie noch weiter deponieren dürfen.

Die Behandlung von Organikabfällen führt aufgrund des hohen Anteils der Kompostierung (90 %) zu einer Nettobelastung für 2017. Für die Szenarien für 2030 kann ein leichtes Nettoentlastungspotenzial erzielt werden, da angenommen ist, dass mehr Lebensmittelreste durch Vergärung statt durch Kompostierung behandelt werden. Auch hier trägt die Behandlung mit Soldatenfliegenlarve nur geringfügig zu den spezifischen Nettobelastungen bei.

Die Sensitivitätsanalyse mit dem niedrigeren Stromemissionsfaktor 2017 für Cluster 2 führt zu einer um 33 % höheren absoluten Nettobelastung. In Cluster 2 ist im Gegensatz zu Cluster 1 der Anteil an Restmüll zur thermische Abfallbehandlung deutlich höher. Die geringeren Gutschriften für die Stromerzeugung wirken sich stärker aus und werden nicht durch die geringeren Belastungen des Strombedarfs für das Recycling kompensiert.

Sonderbilanz Lebensmittelabfälle

In Bezug auf **Lebensmittelabfälle** wendet die Studie die Definition von Lebensmittelabfällen der Abfallrahmenrichtlinie an, die besagt, dass *"Lebensmittelabfall" alle Lebensmittel gemäß Artikel 2 der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates umfasst, die zu Abfall geworden sind.* Es wird nicht zwischen essbaren und nichtessbaren Lebensmittelabfällen unterschieden. Vom Untersuchungsumfang dieser Studie ausgenommen sind Lebensmittelabfälle, die im NACE-Abschnitt A *"Land- und Forstwirtschaft, Fischerei*" anfallen.

Die Verfügbarkeit zuverlässiger **Daten zum Aufkommen und zur Behandlung von Lebensmittelabfällen** ist unzureichend, insbesondere für Lebensmittelabfälle aus gewerblichen und industriellen Quellen. Lebensmittelabfälle sind Teil der organischen Abfälle und können in der Regel nicht separat gemessen werden. Das Gesamtaufkommen an Lebensmittelabfällen wurde auf der Grundlage von WStatR-Daten geschätzt. Lebensmittelabfälle sind größtenteils in den EAK-Stat-Schlüsseln W091 "Tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle", W092 "Pflanzliche Abfälle" und in W101 "Hausmüll und ähnliche Abfälle" enthalten. Die Anteile der Lebensmittelabfälle innerhalb dieser Abfallkategorien wurden anhand von Informationen aus der Literatur, nationalen statistischen Daten, Informationen aus der vom Auftragnehmer durchgeführten Validierung der WStatR-Daten und Schätzungen ermittelt. Darüber hinaus wurde die Menge der Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen im Rahmen der Analyse der Siedlungsabfalldaten mit Hilfe des EEA-Modells ermittelt. Die Menge der Lebensmittelabfälle aus gewerblichen und industriellen Quellen wurde als Differenz zwischen der WStatR-basierten Schätzung für die insgesamt anfallenden Lebensmittelabfälle und den Lebensmittelabfällen aus Siedlungsabfällen aus der Berechnung des EEA-Modells ermittelt. Die Lebensmittelabfälle wurden auf Länderebene bestimmt und die Ergebnisse dann auf Cluster- und EU27-Ebene aggregiert.

Die Gesamtmenge der Lebensmittelabfälle in der EU27 wird auf 70,1 Millionen Tonnen bzw. 157 kg/Kopf geschätzt. Rund 55 % der erzeugten Lebensmittelabfälle (38,6 Millionen Tonnen) sind in "Hausmüll und ähnlichen Abfällen" (W101) und 45 % (31,6 Millionen Tonnen) in den Abfallkategorien "Tierische und pflanzliche Abfälle" (W091, W092) enthalten.

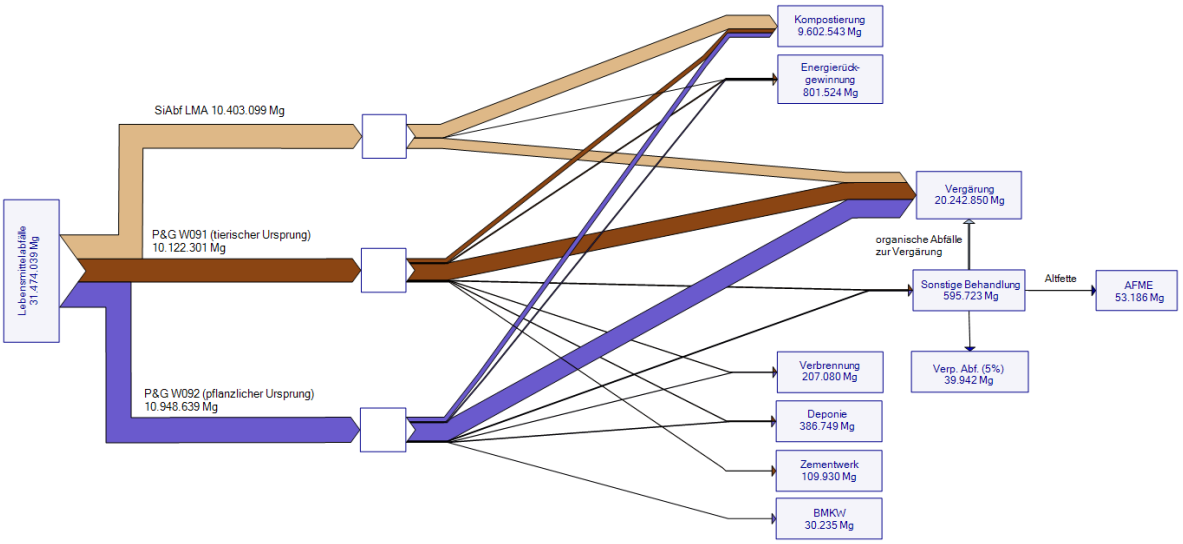
Produktionsabfälle aus der Lebensmittelindustrie machen 13,8 Millionen Tonnen oder 20 % der Lebensmittelabfälle insgesamt aus.

Die Basisdaten für die Treibhausgasbilanz sind in Abbildung 2 dargestellt. Aus methodischen Gründen wurden die in "Hausmüll und ähnlichen Abfällen" (W101) enthaltenen Lebensmittelabfälle in der THG-Bilanz nicht berücksichtigt. Die Daten in Abbildung 2 beziehen sich daher nur auf die Lebensmittelabfälle, die in den Abfallkategorien "Tierische und pflanzliche Abfälle" (W091, W092) enthalten sind.

Das Sankey-Diagramm zeigt, dass in der EU27 im Jahr 2017 etwa zwei Drittel der in den "tierischen und pflanzlichen Abfällen" (W091, W092) enthaltenen Lebensmittelabfälle aus gewerblichen und industriellen Quellen stammen, während ein Drittel kommunale Lebensmittelabfälle sind (abgeleitet aus dem EEA-Modell).

Lebensmittelabfälle werden hauptsächlich durch Vergärung behandelt, wie im Sankey-Diagramm dargestellt. Dies basiert auf der Annahme, dass der Anteil der Vergärung in der EU27 (ohne DE) ähnlich, aber niedriger als in Deutschland ist. Der Gesamtanteil der Vergärung von Lebensmittelabfällen (aus Siedlungsabfällen und P&G-Abfällen) in der EU27 beträgt 64 %. Der verbleibende Anteil wird hauptsächlich kompostiert. Andere Behandlungsoptionen wie Verbrennung (mit oder ohne Energierückgewinnung), Deponierung und sonstige Beseitigung sind von geringer Bedeutung. Die Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen werden in Deutschland hauptsächlich durch Vergärung behandelt, während in den EU-Bilanzräumen die Kompostierung dominiert.

Abbildung 2: Sankey-Diagramm Lebensmittelabfälle EU27 2017



Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Für jede der drei Bilanzräume (EU27, Cluster 1 und Cluster 2) wurden zwei **Szenarien für das** Jahr 2030 entwickelt. Die Leitszenarien berücksichtigen ähnliche Annahmen wie die Leitszenarien für Siedlungsabfälle und konzentrieren sich auf die Abkehr von der Deponierung und technische Optimierungen. Die zusätzlichen Szenarien berücksichtigen auch die Vermeidung von Lebensmittelabfällen, was es ermöglicht, die Klimaauswirkungen der Reduzierung gegenüber denen der Behandlung von Lebensmittelabfällen aufzuzeigen.

Die Szenarioannahmen für Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen müssen mit den Annahmen für Lebensmittelabfälle in den Leitszenarien für Siedlungsabfälle 2030 übereinstimmen:

- Die Behandlung von Lebensmittelabfällen wird von der Kompostierung auf die Vergärung umgelenkt;
- Ein kleiner Teil der Lebensmittelabfälle in den Clustern 1 und 2 wird mit Hilfe von Soldatenfliegenlarvenanlagen behandelt.

Für Lebensmittelabfälle aus industriellen und gewerblichen Quellen (P&G-Abfälle) wurden folgende Annahmen getroffen:

- Lebensmittelabfälle werden vollständig von der Kompostierung abgezweigt und hauptsächlich der Vergärung und teilweise der energetischen Verwertung zugeführt;
- Es wird davon ausgegangen, dass ein Anteil von 1,5 % der gesamten P&G-Lebensmittelabfälle Speiseöle und -fette sind, die für die Biodieselproduktion verwendet werden;
- In den Clustern 1 und 2 wird ein Anteil von 2 % der gesamten P&G-Lebensmittelabfälle in Soldatenfliegenlarvenanlagen behandelt.

Für diese Studie wurde ein methodischer Ansatz entwickelt, um die Abfallvermeidung (für Deutschland auch die Vorbereitung zur Wiederverwendung) einzubeziehen, die in der Regel, hauptsächlich aufgrund von Datenbeschränkungen, nicht Teil der Ökobilanz der Abfallwirtschaft ist. Voraussetzung für die Einbeziehung ist, dass die vermiedenen Produkte bekannt sind und dass die Auswirkungen ihrer Produktionsvermeidung quantifiziert werden können. Für Lebensmittelabfälle bedeutet dies, dass nur Verzehrprodukte berücksichtigt werden können. Für Schlämme, Schlempen, Schälreste usw. oder "zum Verzehr oder zur Verarbeitung ungeeignete Stoffe", die nach der deutschen Abfallstatistik im P&G-Abfall überwiegen, können keine ursprünglichen Produkte identifiziert werden. Dementsprechend wird die Abfallvermeidung nur für Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen berücksichtigt. Die vermiedene Menge ist für die EU27 und Cluster 2 auf 50 % und für Cluster 1 auf 30 % festgelegt.

Die Berechnung der **THG-Bilanzen** für Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen entspricht der Berechnung der Bilanz für Siedlungsabfälle. Für die Berechnung der Lebensmittelabfälle aus P&G-Abfällen waren mehr Annahmen erforderlich. Die beiden statistischen Abfallkategorien W091 und W092 bestehen aus sehr unterschiedlichen Abfallarten, die in vielen Fällen nicht weiter spezifiziert sind. Daher ist die THG-Bilanz für Lebensmittelabfälle mit erheblichen Unsicherheiten behaftet und muss als Näherung verstanden werden. Lebensmittelabfälle aus P&G-Abfällen mussten anhand der Berechnungen für Deutschland (Teilbericht Deutschland) geschätzt werden, die auf differenzierteren Daten der deutschen Abfallstatistik beruhen.

Die Ergebnisse der THG-Bilanz für die EU27 im Basisvergleich zeigt Tabelle 2. Insgesamt ergeben sich für beide Szenarien absolute Nettoentlastungspotenziale. Das Nettoentlastungspotenzial für 2017 beträgt rund -2,19 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Zu diesem Ergebnis tragen vor allem Lebensmittelabfälle aus P&G-Abfällen bei, die auch den höchsten Anteil ausmachen. Darüber hinaus tragen insbesondere tierische und gemischte LMA (W091) zum Entlastungspotenzial bei.

Das Leitszenario 2030 weist ein absolutes Nettoentlastungspotenzial von etwa -3,79 Mio. Tonnen CO_2-Äq auf, das hauptsächlich auf die Abkehr von der Deponierung sowie von der Verbrennung ohne Energieerzeugung[6], die Umlenkung von der Kompostierung auf Vergärung und den Anteil der Verarbeitung von Speiseölen und -fetten zu Biodiesel zurückzuführen ist.

[6] In der EU-Statistik wird Verbrennung ohne Energieerzeugung (incineration) und Verbrennung mit Energieerzeugung („energy recovery“) unterschieden.

Tabelle 2: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallkategorie - Basisvergleich LMA EU27: Basisjahr 2017 und Leitszenario 2030

Abfallkategorie	Absolut	Absolut	Spez. pro Kopf[1]	Spez. pro Kopf[1]	Spez. pro Tonne	Spez. pro Tonne
LMA	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**
	1.000 t CO_2-Äq		kg CO_2-Äq/E		kg CO_2-Äq/Mg	
SiAbf LMA	-128	-392	-0,3	-0,9	-12	-38
P&G W091	-1.557	-2.315	-3,5	-5,2	-154	-229
P&G W092	-501	-1.079	-1,1	-2,4	-46	-99
Summe/Durchschn.	**-2.186**	**-3.786**	**-4,9**	**-8,5**	**-69**	**-120**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 445.529.136 in 2017 (Tabelle 27).

Die Berechnungen für das Basisjahr 2017 und das Leitszenario 2030 für **Cluster 1 und Cluster 2** werden auf die gleiche Weise durchgeführt wie für die EU27 (ohne DE). Für LMA aus Siedlungsabfällen gelten die gleichen Unterschiede wie für Lebensmittelreste in der Bilanz für Siedlungsabfälle. Geringe Unterschiede in den Ergebnissen pro Tonne für LMA aus P&G-Abfällen ergeben sich aus länderspezifischen Daten zur Energieeffizienz von thermischen Behandlungsanlagen und zu Parametern für die Deponierung (aus nationalen Inventarberichten).

Für **Cluster 1 sind** die Nettoergebnisse für die beiden Szenarien wie folgt:

- Basisjahr, 2017: -0,11 Mio. Mg CO_2-Äq (-1,1 kg CO_2-Äq/E; -37 kg CO_2-Äq/Mg)
- Leitszenario 2030: -0,36 Mio. Mg CO_2-Äq (-3,5 kg CO_2-Äq/E; -118 kg CO_2-Äq/Mg)

Für **Cluster 2** sind die Nettoergebnisse für die beiden Szenarien wie folgt:

- Basisjahr 2017: -0,48 Mio. Mg CO_2-Äq (-3,0 kg CO_2-Äq/E; -48 kg CO_2-Äq/Mg)
- Leitszenario 2030: -1,22 Mio. Mg CO_2-Äq (-7,6 kg CO_2-Äq/E; -124 kg CO_2-Äq/Mg)

Für das Szenario, das die Abfallvermeidung berücksichtigt, wird der in dieser Studie entwickelte Ansatz verfolgt (weitere Einzelheiten sind dem Teilbericht Deutschland zu entnehmen). Für die Vermeidung von Lebensmittelabfällen wird ein gewichteter durchschnittlicher Emissionswert von -1,61 kg CO_2-Äq/kg Lebensmittel angesetzt, der auf dem Anteil der verschiedenen Lebensmittelprodukte an den Lebensmittelabfällen und den abgeleiteten THG-Emissionswerten für deren Produktion basiert. Die Ergebnisse für die Szenarien, die die Abfallvermeidung berücksichtigen, zeigen deutlich höhere Nettoentlastungspotenziale. Trotz der Datenunsicherheiten zeigt sich, dass die Vermeidung von Lebensmittelabfällen einen erheblichen Beitrag zum Klimaschutz leistet.

Die absoluten Nettoentlastungspotenziale wurden zu folgenden Werten ermittelt:

- ca. -12 Mio. Mg CO_2-Äq für die EU27 (ca. 3-mal höher als beim Leitszenario)
- ca. - 0,7 Mio. Mg CO_2-Äq für Cluster 1 (ca. 2-mal höher als beim Leitszenario)
- ca. - 3,2 Mio. Mg CO_2-Äq für Cluster 2 (ca. 2,6-mal höher als beim Leitszenario)

Produktions- und Gewerbeabfälle

Für die Zwecke dieser Studie werden Produktions- und Gewerbeabfälle (P&G-Abfälle) definiert als nicht-gefährliche Abfälle aus den Wirtschaftszweigen "Verarbeitendes Gewerbe" (NACE C)

und " Dienstleistungen" (NACE-Abschnitte G -U, ohne G46.77). Der Umfang der Studie umfasst darüber hinaus:

- „Hausmüll und ähnliche Abfälle“ (W101) aus allen Wirtschaftszweigen;
- „Tierische und pflanzliche Abfälle“ (W091, W092) aus allen Wirtschaftszweigen außer aus *"Land- und Forstwirtschaft, Fischerei*" (NACE A).

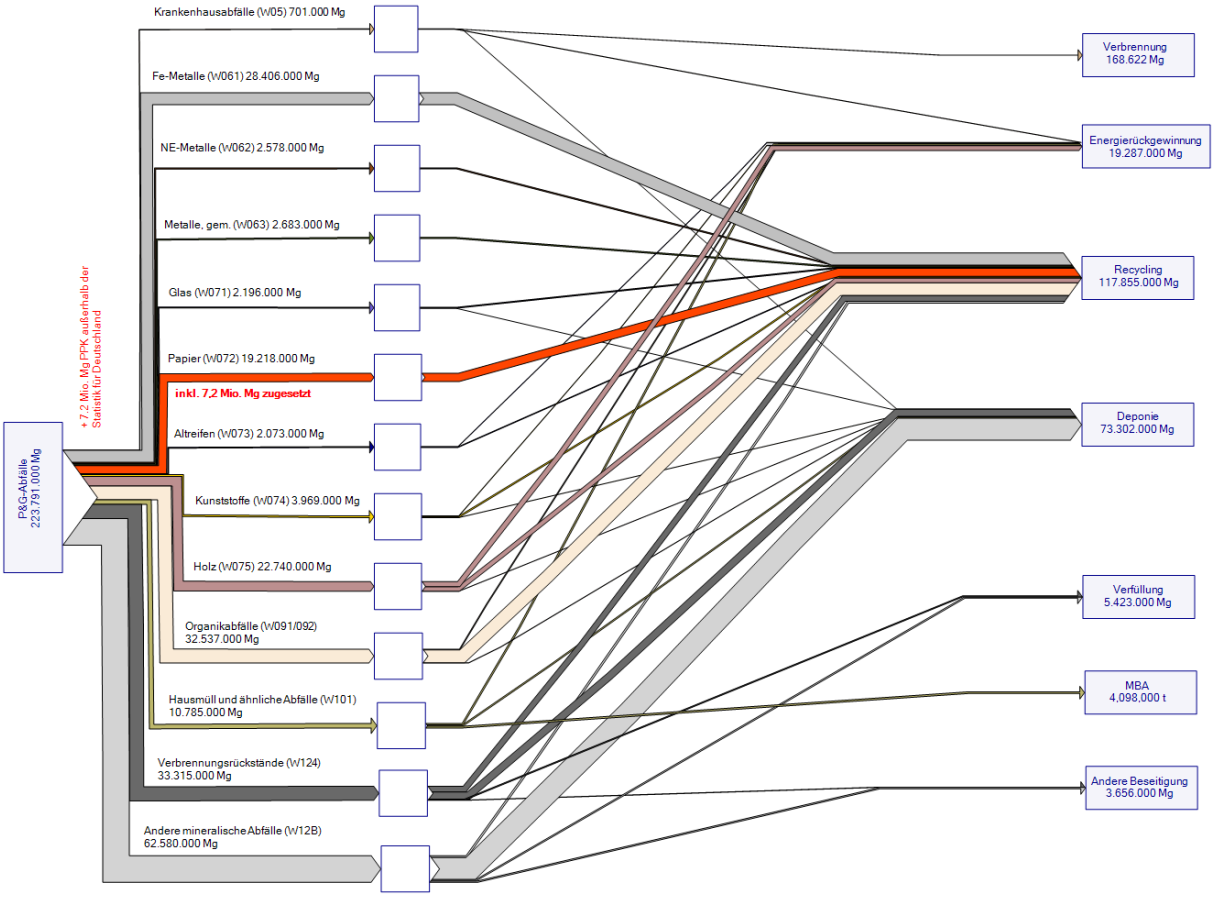
Die Studie beschränkt sich auf Primärabfälle und schließt die Abfallkategorien „Textilabfälle“ (W076), „ausrangierte Kraftfahrzeuge“ (W081), „ausrangierte Geräte“ (W08A), „Batterien und Akkumulatoren“ (W0841), „gewöhnliche Schlämme“ (W11) und „Schlämme von Industrieabwässern“ (W032) aus. Für die THG-Bilanzen wurden weitere Abfallkategorien aus methodischen Gründen ausgeschlossen.

Aufkommen und die Behandlung von Produktions- und Gewerbeabfällen wurden auf der Grundlage der WStatR-Daten ermittelt. In einem zweiten Schritt musste der Abfallstrom P&G-Abfälle von den Siedlungsabfällen abgegrenzt werden, da sich die beiden Abfallströme aufgrund der unterschiedlichen Konzepte der verwendeten Datenquellen teilweise überschneiden. Siedlungsabfälle umfassen hauptsächlich Abfälle aus Haushalten, aber auch Abfälle aus Produktion und Gewerbe, die den Haushaltsabfällen ähnlich sind. Um eine eindeutige Zuordnung der THG-Emissionen zu gewährleisten und Doppelzählungen zu vermeiden, wurde die Menge der als Siedlungsabfälle bewirtschafteten Abfälle geschätzt und von den P&G-Abfällen abgezogen. Der Umfang der Studie erlaubte nur eine grobe Datenschätzung, die weniger detailliert ist als die für Siedlungsabfälle.

Die sich daraus ergebenden Basisdaten für die Treibhausgasbilanzen sind in Abbildung 3 dargestellt. Das für die Bilanzen berücksichtigte Abfallaufkommen in der EU27 beläuft sich auf 224 Millionen Tonnen. Der wichtigste abfallerzeugende Wirtschaftszweig ist die Metallindustrie (NACE C24-C25), gefolgt von der Chemischen Industrie (NACE C20-C22), dem Dienstleistungssektor (NACE G-U) und der Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie (NACE C10-C12).

Die Abfallkategorie "sonstige mineralische Abfälle" (W12B) ist die massemäßig wichtigste Fraktion. Diese Abfallfraktion macht 28 % der Gesamtmenge aus. Es folgen die „Verbrennungsrückstände“ (W124) und „tierische und pflanzliche Abfälle“ (W091 und W092) mit jeweils 15 % Massenanteil sowie die „Eisenmetalle“ (W061) mit 13 %. Die meisten der anderen Abfallfraktionen machen zwischen 1 % und 10 % der Gesamtmasse aus. Krankenhausabfälle, Glas und Altreifen haben Anteile unter 1 %.

Abbildung 3: Sankey-Diagramm P&G-Abfall EU27 2017



Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Für P&G-Abfälle wurde ein **Zukunftsszenario** für die EU27 für das Zieljahr 2030 entwickelt. Die Annahmen für die EU27 (ohne DE) wurden separat entwickelt und mit dem Szenario 2 für Deutschland zusammengeführt (siehe Teilbericht Deutschland). Für die EU27 (ohne DE) wurde angenommen, dass das Abfallaufkommen bis 2030 konstant bleibt, sowohl insgesamt (Anforderung an die LCA-Methode) als auch auf der Ebene der einzelnen Abfallkategorien.

Für die künftige Entwicklung der Abfallbehandlung wurde für jede Abfallkategorie der Mix an Behandlungsverfahren in Ländern mit weniger und mit höher entwickelten Abfallwirtschaftssystemen verglichen. Bei der Erstellung des Szenarios für 2030 wurde davon ausgegangen, dass alle EU-Mitgliedstaaten einen ähnlichen Mix an Behandlungsverfahren für P&G-Abfälle wie die EU-Länder mit weiter entwickelten Abfallwirtschaftssystemen einführen und somit bis 2030 auf dem gleichen Stand sein werden. Diese Annahmen führen zu den folgenden Entwicklungen:

- Verlagerung von „Hausmüll und ähnlichen Abfällen“ (W101) von der Deponierung hauptsächlich auf die energetische Verwertung und in geringerem Umfang auf die MBA;
- Verlagerung „tierischer und pflanzlicher Abfälle“ (W091, W092) von der Deponierung auf die energetische Verwertung und das Recycling;
- Ein Anstieg der Verwertung von „Holzabfällen“ (W075), „Kunststoffabfällen“ (W074) und „Gummiabfällen“ (W073), hauptsächlich auf Kosten der energetischen Verwertung.

Die Ergebnisse der THG-Bilanz für die EU27 zeigt Tabelle 3. Insgesamt ergeben sich für beide Szenarien absolute Nettoentlastungspotenziale. Für 2017 sind es ca. -84,1 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Trockene Wertstoffe, darunter vor allem Metalle, tragen wesentlich zu diesem Ergebnis bei.

Verbrennungsrückstände und andere mineralische Abfälle haben trotz der hohen Masse keinen Einfluss auf das Ergebnis, da sie inert sind. Das Szenario 2030 zeigt ein reduziertes Nettoentlastungspotenzial von -76,6 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Der Unterschied in den Ergebnissen – das insgesamt geringere Nettoentlastungspotenzial im Vergleich zum Basisjahr 2017 – ist hauptsächlich auf die Defossilisierung des Energiesystems zurückzuführen. Es sinken nicht nur die THG-Belastungen aus dem Energiebedarf, sondern auch das Substitutionspotenzial für erzeugte Energie und Primärprodukte nimmt ab (stromintensive Primärherstellung von Papier und Aluminium). Die Optimierung für 2030, insbesondere die Umlenkung von der Deponierung zur stofflichen und/oder energetischen Verwertung und die Umlenkung von der energetischen Verwertung zur stofflichen Verwertung, wirkt den oben genannten Effekten jedoch entgegen.

Tabelle 3: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktion - P&G-Abfall EU27 2017 und 2030

Abfallfraktion	Absolut	Absolut	Spez. pro Kopf[1]	Spez. pro Kopf[1]	Spez. pro Tonne	Spez. pro Tonne
P&G-Abfall	**2017**	**2030**	**2017**	**2030**	**2017**	**2030**
	Mio. Mg CO_2-Äq		kg CO_2-Äq/E		kg CO_2-Äq/Mg	
Krankenhausabfälle	0,18	0,22	0,4	0,5	257	319
Fe-Metalle	-43,70	-43,70	-98,1	-98,1	-1,538	-1,538
NE-Metalle	-13,01	-8,79	-29,2	-19,7	-5,029	-3,398
Metalle	-4,91	-4,54	-11,0	-10,2	-1,830	-1,694
Glas	-1,01	-1,01	-2,3	-2,3	-461	-459
Papier	-8,85	-3,47	-19,9	-7,8	-461	-180
Altreifen	-2,77	-2,89	-6,2	-6,5	-1,338	-1,392
Kunststoffe	-2,18	-3,09	-4,9	-6,9	-550	-779
Holz	-5,76	-4,97	-12,9	-11,2	-253	-219
Organikabfälle	-3,18	-5,24	-7,1	-11,8	-98	-161
Verbrennungsrückstände	0,22	0,23	0,5	0,5	7	7
Sonstige mineralische Abfälle	0,38	0,38	0,9	0,9	6	6
Hausmüll & hausmüllähnl. Abfälle	0,54	0,27	1,2	0,6	50	25
Summe/Durchschnitt	**-84,06**	**-76,60**	**-188,7**	**-171,9**	**-376**	**-342**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 445.529.136 in 2017 (Tabelle 27)

Bau- und Abbruchabfälle

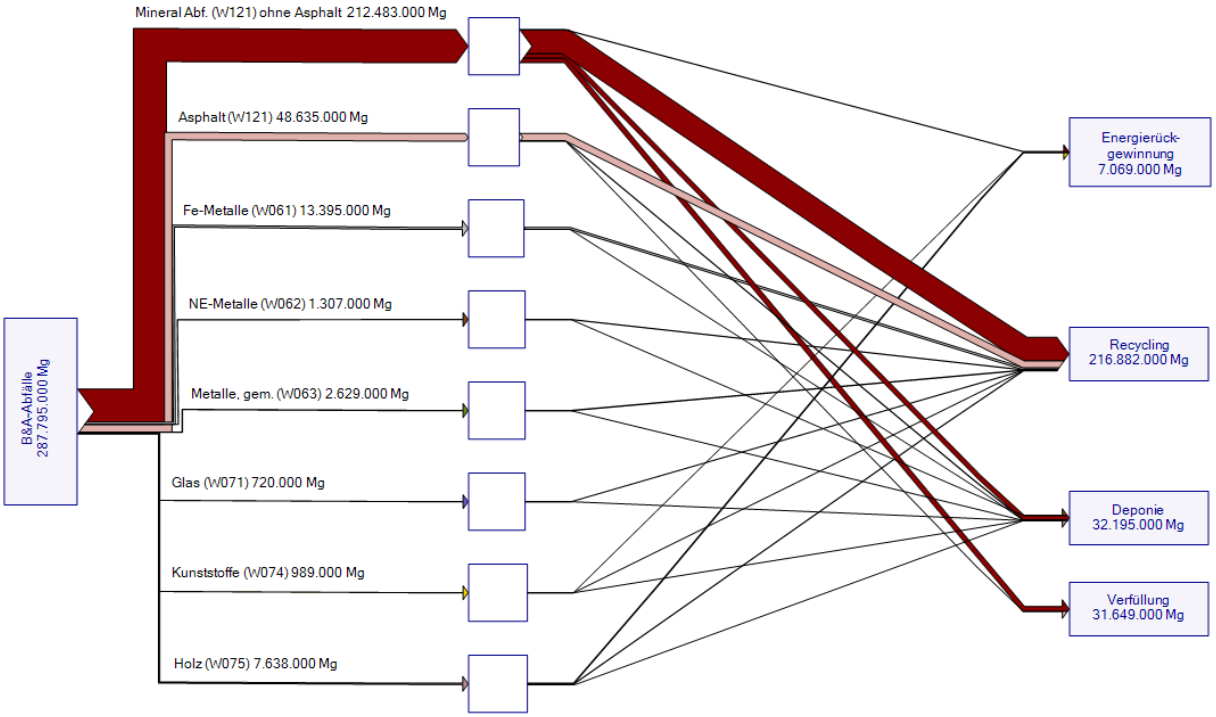
Für die Zwecke dieser Studie werden Bau- und Abbruchabfälle (B&A-Abfälle) definiert als alle nicht-gefährlichen Abfälle, die in Kapitel 17 des Abfallverzeichnisses aufgeführt sind, mit Ausnahme von "Boden und Steine" (EAV-Schlüssel 17 05 04) und "Baggergut" (17 05 06).

Im Rahmen dieser Studie wurde nur eine grobe Bestimmung des **Aufkommens und der Behandlung von Bau- und Abbruchabfällen** durchgeführt. Die Ermittlung des Aufkommens

und der Behandlung von B&A-Abfällen basiert auf WStatR-Daten. Das Aufkommen an B&A-Abfällen umfasst „mineralische Bau- und Abbruchabfälle“ (W121) aus allen Wirtschaftszweigen und Haushalten sowie „Metallabfälle“ (W06), „Glasabfälle“ (W071), „Kunststoffabfälle“ (W074) und „Holzabfälle“ (W075), die von Unternehmen des NACE-Abschnitts F (Baugewerbe) erzeugt werden. Darüber hinaus wurde eine Schätzung des Aufkommens und der Behandlung von Ausbauasphalt auf der Grundlage der Jahresstatistiken der European Asphalt Pavement Association (EAPA) erstellt.

Die für die Treibhausgasbilanzierung abgeleiteten Basisdaten sind in Abbildung 4 dargestellt. Für Bau- und Abbruchabfälle in der EU27 im Jahr 2017 wurde ein Gesamtaufkommen von 288 Millionen Tonnen ermittelt. Deutschland hat mit 90 Millionen Tonnen einen Anteil von fast einem Drittel am EU27-Gesamtaufkommen. Mineralische Bau- und Abbruchabfälle (ohne Asphalt) machen rund 212 Millionen Tonnen bzw. 74 % der Gesamtmenge aus. Der Anteil des Ausbauasphalts wird auf 49 Millionen Tonnen oder 17 % des gesamten B&A-Abfalls geschätzt. Metallabfälle (W06) und Holzabfälle (W075) machen 6 % bzw. 3 % aus. Auf Kunststoff- und Glasabfälle entfallen jeweils 0,3 % des erzeugten B&A-Abfalls.

Abbildung 4: Sankey-Diagramm B&A-Abfälle EU27 2017



Die im Sankey-Diagramm angegebenen Beträge sind gerundete Werte.
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Für B&A-Abfälle wurde ein **Szenario** für die EU27 für das Zieljahr 2030 entwickelt. Die Annahmen für die EU27 (ohne DE) wurden separat entwickelt und mit Szenario 2 für Deutschland zusammengeführt (siehe Teilbericht Deutschland). Für die EU27 (ohne DE) wurde angenommen, dass das Aufkommen an B&A-Abfällen in der EU27 bis 2030 konstant bleibt.

Für die künftige Entwicklung der Abfallbehandlung wurde der Mix an Behandlungsverfahren in Ländern mit weniger und mit höher entwickelten Abfallwirtschaftssystemen verglichen. Der Vergleich zeigt, dass die Länder mit fortschrittlicheren Abfallwirtschaftssystemen in der Regel einen höheren Anteil an Metallen, Holz und Glas in den Bauabfällen aufweisen. Es wird angenommen, dass die bessere Trennung von Wertstoffen am Ort der Abfallentstehung der

Grund dafür ist. Für das Szenario 2030 wurde angenommen, dass die Trennung dieser Wertstoffe in der EU27 (ohne DE) auf dem Niveau liegen wird, das die EU-Länder mit fortschrittlicheren Abfallwirtschaftssystemen bereits im Jahr 2017 erreicht haben.

Für das Szenario wird Folgendes angenommen:

- eine Steigerung des Recyclings für alle B&A-Abfallkategorien;
- eine Steigerung der energetischen Verwertung von Holzabfällen (W075).

Die Ergebnisse der THG-Bilanz für die EU27 zeigt Tabelle 4. Insgesamt ergeben sich für beide Szenarien absolute Nettoentlastungspotenziale. Für 2017 sind es ca. -30,3 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Vor allem Metalle tragen erheblich zu diesem Ergebnis bei. Die Behandlung der inerten Abfallfraktionen, die den Hauptmassenstrom darstellen, ist nicht mit relevanten THG-Emissionen verbunden. Das Szenario 2030 weist insgesamt ein etwas höheres Nettoentlastungspotenzial von -30,7 Mio. Tonnen CO_2-Äq. auf. Der Unterschied zwischen den Szenarien ist kaum signifikant, was darauf zurückzuführen ist, dass Fe-Metalle den Haupteinfluss auf das Ergebnis haben und deren Recycling kaum durch die Defossilisierung beeinflusst wird. Der Anstieg des Nettoentlastungspotenzials ist hauptsächlich auf die angenommene Abtrennung von Fe-Metallen aus den mineralischen Abfällen im Szenario 2030 zurückzuführen.

Tabelle 4: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktion - B&A-Abfall EU27 2017 und 2030

Abfallfraktion	Absolut	Absolut	Spez. pro Kopf[1]	Spez. pro Kopf[1]	Spez. pro Tonne	Spez. pro Tonne
B&A-Abfall	**2017**	**2030**	**2017**	**2030**	**2017**	**2030**
	Mio. Mg CO_2-Äq		kg CO_2-Äq/E		kg CO_2-Äq/Mg	
Mineralische Abf. (ohne Asphalt)	1,46	2,01	3,3	4,5	7	10
Asphalt	-0,43	-0,46	-1,0	-1,0	-9	-9
Fe-Metalle	-18,62	-20,43	-41,8	-45,9	-1.390	-1.406
NE-Metalle	-4,78	-3,89	-10,7	-8,7	-3.657	-2.678
Metalle	-4,26	-4,02	-9,6	-9,0	-1.623	-1.534
Glas	-0,31	-0,36	-0,7	-0,8	-430	-433
Kunststoffe	-0,47	-0,65	-1,0	-1,4	-471	-650
Holz	-2,87	-2,88	-6,4	-6,5	-376	-323
Summe/Durchschn.	**-30,28**	**-30,68**	**-68,0**	**-68,9**	**-105**	**-107**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 445.529.136 in 2017 (Tabelle 27)

Überblick Ergebnisse EU

Die absoluten und spezifischen Nettoergebnisse pro Kopf und pro Tonne für die Bilanzen – Siedlungsabfälle, P&G-Abfälle und B&A-Abfälle – sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Die für Siedlungsabfälle dargestellten Ergebnisse stammen aus dem Basisvergleich (Basisjahr 2017 und Leitszenario 2030). Die Gesamt-THG-Bilanz der Abfallbehandlung für die drei Herkunftsbereiche ergibt für die EU27 für das Bilanzjahr 2017 ein absolutes

Nettoentlastungspotenzial von insgesamt -117,9 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Für die 2030-Szenarien ist das gesamte absolute Nettoentlastungspotenzial auf etwa -137,3 Mio. Tonnen CO_2-Äq berechnet, was eine Verbesserung um etwa 19,4 Mio. Tonnen CO_2-Äq an potenzieller Nettoentlastung für die EU27 bedeutet.

Bei den gesamten Nettoentlastungen im Jahr 2017 unterscheiden sich die drei Herkunftsbereiche deutlich, wobei die P&G-Abfälle bei weitem den höchsten Beitrag leisten. Die Emissionsbeiträge aus der Deponierung von Siedlungsabfällen überwiegen fast vollständig das Entlastungspotenzial durch Recycling und Verwertung der Siedlungsabfälle. Folglich ist für die EU27 eine wichtige Optimierungsmaßnahme die Abkehr von der Deponierung von Siedlungsabfällen. In Kombination damit sollten die Anstrengungen zur getrennten Erfassung von trockenen und organischen Wertstoffen erhöht und insbesondere die Behandlung organischer Wertstoffe optimiert werden. Auf diese Weise steigt das gesamte Nettoentlastungspotenzial von -3,5 Mio. Tonnen CO_2-Äq auf etwa -30 Mio. Tonnen CO_2-Äq im Jahr 2030. Im Leitszenario werden jedoch immer noch etwa 4,3 Mio. Tonnen Restmüll deponiert. Wenn die Abkehr von der Deponierung bis 2030 in der EU27 vollständig umgesetzt würde, könnten weitere etwa 4 Mio. Tonnen CO_2-Äq vermieden werden.

Die bei weitem höchsten Nettoeinsparpotenziale ergeben sich bei den P&G-Abfällen, bei denen Metalle mit 15 % der Masse (33,7 Mio. Mg) dominieren. Auch die Ergebnisse für B&A-Abfälle werden von Metallen dominiert. Allerdings ist der Anteil der Metalle bei B&A-Abfällen nur halb so hoch wie bei den P&G-Abfällen, was zu entsprechend niedrigeren Ergebnissen führt.

Tabelle 5: Abfall EU27 - Mengen und absolute sowie spezifische Nettoergebnisse nach Herkunftsgebiet

Bilanzraum	Aufkommen	THG absolut	THG absolut	Spez. pro Kopf[1]	Spez. pro Kopf[1]	Spez. pro Tonne	Spez. pro Tonne
		2017	2030	2017	2030	2017	2030
	Mio. Mg	Mio. Mg CO_2-Äq		kg CO2-Äq/ E		kg CO2-Äq/t	
SiAbf	209,4	-3,5	-30,0	-8	-67	-17	-143
P&G-Abfall	223,8	-84,1	-76,6	-189	-172	-376	-342
B&A-Abfall	287,8	-30,3	-30,7	-68	-69	-105	-107
Insgesamt	**720,9**	**-117,9**	**-137,3**	**-265**	**-308**	**-163**	**-190**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 445.529.136 in 2017 (Tabelle 27)

Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Studie ist eine umfassende Untersuchung sowohl hinsichtlich der Abfallströme als auch der THG-Bilanzierung. Es wurden etwa 25 Szenarien und Sensitivitäten für die EU berechnet. Die Daten zum Abfallaufkommen und zur Abfallbehandlung wurden auf Ebene der Mitgliedstaaten ermittelt. Die THG-Bilanzierung wurde für die einzelnen Abfallfraktionen für jede der vier Abfallarten (Siedlungsabfälle, LMA, P&G, B&A) durchgeführt. Für die verschiedenen Bilanzräume wurden so weit möglich länderspezifische Daten einbezogen. Für Deutschland wurde eine eigene detaillierte Studie durchgeführt. Es ist jedoch anzumerken, dass eine relevante Datenunsicherheit verbleibt und die Ergebnisse insbesondere für LMA, P&G-Abfälle und B&A-Abfälle als orientierend zu verstehen sind. Ungeachtet dessen konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen und die komplexen Zusammenhänge und gegenläufigen Einflüsse auf die THG-Bilanz analysiert werden.

Die wichtigsten Erkenntnisse in Bezug auf das THG-Minderungspotenzial sind:

- Die Studie zeigt, dass Siedlungsabfälle in der EU27 bei weitem das größte THG-Minderungspotenzial haben. Das geringe Nettoentlastungspotenzial von -3,5 Mio. Tonnen CO_2-Äq im Jahr 2017 kann um den Faktor 8 auf etwa -30 Mio. Tonnen CO_2-Äq im Leitszenario 2030 erhöht werden, vor allem durch die Abkehr von der Deponierung von Siedlungsabfällen und die verstärkte getrennte Sammlung für das Recycling. Für das Jahr 2017 belaufen sich die gesamten THG-Emissionen aus der Deponierung von Restmüll auf etwa 13,5 Mio. Tonnen CO_2-Äq in Cluster 1 und 13 Mio. Tonnen CO_2-Äq in Cluster 2. Im Leitszenario werden diese Emissionen in Cluster 2 auf Null und in Cluster 1 auf etwa 4 Mio. Tonnen CO_2-Äq reduziert, was die hohe Relevanz der Abkehr von der Deponierung zeigt und dass dies das THG-Minderungspotenzial in der EU27 für Siedlungsabfälle erheblich bestimmt. Darüber hinaus zeigt dies, dass weitere 4 Mio. Tonnen CO_2-Äq gemindert werden könnten, wenn die Deponierung von Siedlungsabfällen in Cluster 1 bis 2030 vollständig eingestellt würde. Um das THG-Minderungspotenzial zu erreichen, sollten die folgenden Aspekte berücksichtigt werden:
  - Unterstützung für die EU-Mitgliedstaaten, die noch immer Restmüll deponieren. Die Deponierung von unbehandelten Siedlungsabfällen sollte so schnell wie möglich und vollständig eingestellt werden. Aufschub durch Ausnahmeregelungen sollte vermieden werden.
  - Finanzielle Maßnahmen wie eine Deponiegebühr oder eine Finanzierung scheinen die vielversprechendsten Optionen zu sein, um die Abkehr von der Deponierung zu fördern.
- Das modell-theoretische Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate zeigt, wie ein geringeres Anspruchsniveau bei der Getrenntsammlung und Verwertung die Emissionseinsparpotenziale verringert. Aus Sicht des Klimaschutzes ist es wichtig, sich nicht mit einem niedrigen Ambitionsniveau zufrieden zu geben.
- Das in dieser Studie berechnete Leitszenario 2030 geht von einem hohen Ambitionsniveau hinsichtlich der Umsetzung der Getrenntsammlung und der erforderlichen alternativen Behandlungskapazitäten aus. Hier ist die Politik gefordert, gemeinsam mit den abfallwirtschaftlichen Akteurinnen und Akteuren unterstützende Maßnahmen zu identifizieren und umzusetzen. Die Abfallwirtschaftsverbände schlugen im Interview einen ordnungsrechtlichen Rahmen vor für den Bedarf an Absatzmöglichkeiten für getrennt erfasste trockene Wertstoffe, öffentliche (finanzielle) Unterstützung der getrennten Sammlung und Behandlungsmöglichkeiten für Sortierreste. Aus Sicht der Autorinnen und Autoren dieser Studie sind die wichtigsten Aspekte und Ideen für Verbesserungen:
  - Unterstützung für die Organisation und Infrastruktur zur getrennten Erfassung und des Ausbaus der Behandlungskapazitäten insbesondere für Organikabfälle. Die Vergärung, die kombinierte stoffliche und energetische Verwertung, sollte bei gegebener Eignung bevorzugt werden. Unterstützung, insbesondere für Cluster 1 Länder, bei der Analyse der Zusammensetzung des Restmülls und der Identifizierung geeigneter Optionen für die Behandlung von Organikabfällen.
  - Anreize für Bürgerinnen und Bürger, die getrennte Erfassung von Organikabfällen zu steigern und dabei geringe Verunreinigungen aufrechtzuerhalten, wie beispielsweise ein kostenloses Sammelsystem und angemessene Sammelhäufigkeit, begleitet von Kampagnen zur Öffentlichkeitsarbeit.
  - Eine ehrgeizige Ausweitung der getrennten Sammlung von trockenen Wertstoffen aus Siedlungsabfällen erfordert auch flankierende Maßnahmen zur Verbesserung der

Wissensgrundlagen. Da Basisdaten der Schlüssel zu einer angemessenen Planung sind, sind die wichtigsten ersten Maßnahmen die Analyse der aktuellen Situation, Untersuchungen zur Optimierung der Sammelsysteme und Pilotprojekte.

- Für P&G- und B&A-Abfälle zeigen die orientierenden THG-Ergebnisse, dass aus Sicht des Klimaschutzes hauptsächlich Metalle (und davon Fe-Metalle) das Nettoentlastungspotenzial bestimmen. Bei den P&G-Abfällen bieten darüber hinaus auch weitere trockene Wertstoffe, Holz und Organikabfälle Nettoentlastungspotenziale. Die Hauptmasse, mineralische und andere inerte Abfallarten, haben nur geringe THG-Effekte. Grundsätzlich ist die Datenbasis unzureichend, insbesondere bei den P&G-Abfällen mit der großen Vielfalt an Abfallarten und den Datenlücken bezüglich der Behandlung. Um die Klimaschutzpotenziale von P&G- und B&A-Abfällen zu ermitteln, wird empfohlen, sich in künftigen Studien auf die THG-relevanten Abfallarten, vor allem die Metalle, zu konzentrieren. Für die P&G-Abfälle werden Informationen über Art und Qualität der Metalle benötigt, für die B&A-Abfälle Informationen zum Potenzial der Metalle in den mineralischen Abfällen. Darüber hinaus sollten bei den P&G-Abfällen auch die Abfallströme berücksichtigt werden, die auch thermisch behandelt werden (insbesondere Kunststoffe).

- Die thermische Abfallbehandlung ist von entscheidender Bedeutung für ein funktionierendes Abfallwirtschaftssystem, da sie die nicht recyclebaren und verunreinigten Teile von Siedlungsabfällen, P&G- und B&A-Abfällen auschleust. In dieser Funktion ist sie wesentlich für eine Kreislaufwirtschaft. Der Beitrag zum Klimaschutz durch die in dieser Studie für 2030 angenommene Steigerung der Nettowirkungsgrade ist kein sich selbst erfüllendes Szenario. Sowohl für thermische Behandlungsanlagen als auch für Biomassekraftwerke müssten Möglichkeiten zur Steigerung der Nettowirkungsgrade weiter geprüft und deren Umsetzung unterstützt werden. So kann z. B. der Auf- bzw. Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen zu einer höheren Wärmenutzung beitragen. Die Mitverbrennung von Ersatzbrennstoffen in Zementwerken bietet einen relevanten – und im Vergleich zur thermischen Behandlung höheren – Beitrag zum Klimaschutz, solange noch Kohle als Regelbrennstoff eingesetzt werden darf, die durch Ersatzbrennstoffe substituiert werden kann. In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig, MBAs in Optimierungsbemühungen zu unterstützen, z. B. bei der Minderung von THG-Emissionen aus der biologischen Behandlung oder der Steigerung der Effizienz.

- Die Abfallvermeidung, wie sie für Lebensmittelabfälle gezeigt wurde, ist von großer Bedeutung und kann erheblich zum Klimaschutz beitragen. Durch die Vermeidung der Abfälle wird die Primärproduktion von Lebensmitteln vermieden, die mit wesentlich höheren THG-Emissionen verbunden ist als die Einsparpotenziale, die sich aus der Behandlung von Lebensmittelabfällen erreichen lassen. Für die EU27 führt die angenommene Vermeidung von 50 % bzw. etwa 5,2 Mio. Tonnen Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen zu einem Nettoentlastungspotenzial, das um den Faktor 3 höher ist als im Leitszenario 2030. Im Falle von Cluster 1, wo eine 30 %ige Reduktion von LMA aus Siedlungsabfällen angenommen ist (etwa 200.000 Tonnen), wäre das Nettoentlastungspotenzial doppelt so hoch wie im Leitszenario. Das für die Vermeidung von Lebensmittelabfällen berechnete THG-Entlastungspotenzial ist ausreichend valide für Deutschland, wo Daten sowohl für die Zusammensetzung von Lebensmittelabfällen als auch für die THG-Belastungen aus ihrer Produktion vorliegen. Für die EU-Länder sind ähnliche Studien über die Zusammensetzung von Lebensmittelabfällen zu empfehlen, auf deren Grundlage ein Vermeidungsfaktor wie für Deutschland abgeleitet werden kann.

Die wichtigsten Ergebnisse und Empfehlungen der Studie zu den Daten über Abfälle auf EU-Ebene sind:

- Die Datenerhebung im Rahmen des WStatR sollte konzeptionell weiterentwickelt werden, insbesondere im Hinblick auf eine bessere Verknüpfung der Daten zum Aufkommen und zur Behandlung und eine vollständigere Darstellung der Abfallbehandlung, z. B. die Einbeziehung von Vorbehandlungsverfahren in die Datenerhebung.
- Sortieranalysen des Restmülls sind in der Regel die Voraussetzung, um das Potenzial für eine verstärkte getrennte Sammlung und Verwertung ermitteln zu können. Dies gilt für alle EU-Mitgliedstaaten. Repräsentative Abfallanalysen auf nationaler Ebene sind notwendig, um nicht nur das Recycling und die Sammlung, sondern vor allem auch die Klimaschutz-potenziale besser zu verstehen. Selbst in Deutschland, wo eine umfassende Hausmüllanalyse durchgeführt wurde, die die Datenbasis zu Siedlungsabfällen erheblich verbessert hat, fehlen noch Informationen über die Zusammensetzung von gewerblichen Siedlungsabfällen und Sperrmüll.

Abschließend wird für künftige Untersuchungen empfohlen, neben den Klimaschutzpotenzialen auch die Ressourcenschonung zu berücksichtigen. Die Klimaschutzpotenziale in der Kreislaufwirtschaft sinken notwendigerweise mit zunehmender Umsetzung der Klimaschutzziele, die erreicht werden müssen, um die Klimakatastrophe abzuwenden. THG-Nettoentlastungspotenziale müssen für eine Klimaneutralität Null werden. Allerdings geht das Ziel der Klimaneutralität mit einem Rohstoffbedarf einher, insbesondere für Anlagen zur Erzeugung von Erneuerbaren Energien, den es im Blick zu behalten gilt. Der Aspekt der Ressourcenschonung ist wesentlich mit dem Beitrag der Kreislaufwirtschaft verbunden. In künftigen Vorhaben sollte zunächst ermittelt werden, welche Bereiche bzw. Ressourcen für eine Untersuchung der Ressourcenschonung relevant sind und wie diese zu bewerten sind.

Summary

With the Paris Agreement of December 2015, following the Kyoto Protocol, member states have again committed to reducing anthropogenic greenhouse gas (GHG) emissions and limiting the global warming well below 2°C compared to pre-industrial levels. This requires extensive efforts across all the climate relevant sectors and source groups, including the waste sector.

According to the common reporting format of the Kyoto Protocol, the waste sector is limited to direct and non-energy GHG emissions in order to avoid double reporting. The entirety of the contribution to climate protection achieved and achievable can be demonstrated by the life cycle assessment (LCA) method for the waste sector (e.g. documented in (Dehoust et al. 2010; Vogt et al. 2015)).

In this study, the waste management situation in 2017 is examined and it forms the baseline for the GHG balances. For the target year 2030, the potential climate protection contribution of the circular economy is shown against the background of the further developed political and legal framework conditions. Also, in this study an approach could be shown to include waste prevention in the LCA method for the waste sector.

This partial report on the project "Climate Protection Potentials in the Circular Economy – Germany, EU"[7] documents the work and results for the EU. It describes the methodological procedure for the data collection, the basis for the GHG balances as well as the results and recommendations derived from the findings of the study. The results for Germany are published separately ("partial report Germany"). Both reports contemplate the following waste types:

- Municipal solid waste (MSW)
- Food waste (special balance)
- Commercial and industrial waste (C&I waste)
- Construction and demolition (C&D waste)

A separate quantity survey and GHG balancing was carried out for each waste type. Methodologically, the balancing areas for MSW, C&I waste, and C&D waste are complementary, while food waste is investigated as a special balancing area, which includes food waste from the MSW sector as well as from the C&I waste sector.

For MSW and food waste, detailed GHG balances are presented, whereas only a rough assessment is conducted for C&I and C&D waste. For MSW and food waste, the actual situation in the base year 2017 is analysed for Germany, for the current EU27, the previous EU28 (including the UK) and for two clusters defined from the EU member states. For C&I and C&D waste, the analysis is limited to Germany and the EU27. The future GHG reduction potentials for the target year 2030 are also analysed more comprehensively for MSW and food waste with two scenarios for each: Germany, the EU27 and the two EU clusters. For the C&I and the C&D waste, there are two scenarios for Germany and one scenario for the EU27.

For MSW and for the special balance area food waste, larger effort was put into integrating the more detailed results for Germany (partial report Germany) with the data available for other EU countries. As a result, all evaluations were initially carried out separately for the EU27 without Germany (EU27 w/o DE) and Germany and then combined. On average the data for Germany are more detailed than for the other 26 EU Member States, for which only limited investigations into the national circumstances could be carried out within the framework of this study.

[7] Long title: Determining climate protection potentials in the circular economy for Germany and the EU as a contribution to achieving the goals of national and international climate protection commitments

Data situation, procedure for collecting data

The most recent data were used to form a consistent data set for all four waste flows referring to the same reference year (2017). This is challenging because

- the two main sources for statistical waste data at EU level, i.e. the MSW data set and the Waste Statistics Regulation[8] (WStatR) data, are based on different concepts that are difficult to reconcile;
- the frequency of data collection for both data sets differs; whereas MSW data are collected on an annual basis, the WStatR data are reported biannually for even years only. For MSW, data for the agreed reference year 2017 were available already at the beginning of the study, whereas the latest WStatR data refer to 2016.

It was agreed to use the latest MSW data for the reference year 2017 and to extrapolate the WStatR data for the other waste streams to 2017 in order to achieve a consistent data set for the GHG balances. The extrapolation of WStatR data is described in Chapter 3.3.

In addition to the MSW and WStatR data reported to Eurostat, further data sets had to be used for the compilation of the base data, in particular the European Reference Model on Municipal Waste Generation and Management (hereafter referred to as the EEA-model[9]).

The respective data sources are described in more detail in Chapter 3.2.

Determination of the two EU Clusters

For the GHG emissions accounting of the waste streams 'municipal waste' and 'food waste', two country clusters were defined. The two clusters are intended to cover countries with a backlog/catch-up demand in view of a climate-friendly waste management and in view of the EU's waste management targets with a high potential for reducing GHG emissions related to waste management.

Different indicators and country characteristics were investigated to identify suitable criteria for the clustering. Based on the analysis, the two clusters were defined as follows:

- **Cluster 1** comprises all countries that are entitled to postpone the deadline for the WFD re-use/recycling targets for 2025, 2030 and 2035 period by five years, on account of their low recycling rate in 2013 and/or their high landfill rate in 2013 respectively. The cluster includes the **12 countries** Bulgaria, Estonia, Greece, Croatia, Cyprus, Latvia, Lithuania, Hungary, Malta, Poland, Romania, and Slovakia.
- **Cluster 2** comprises all countries that reported an MSW recycling rate for 2017 below or equal to the recycling rate of the EU27 (w/o UK) and that are not included in Cluster 1. Cluster 2 includes the **8 countries** Czech Republic, Denmark, Ireland, Spain, France, Portugal, Finland, and Sweden.

Not covered by the two clusters are the countries that reported for 2017 a recycling rate above the EU27 rate of 47 % and the UK. UK is not considered as the country is not an EU member state any more, and therefore is not subject to the development of recommendations.

[8] Regulation (EC) No 2150/2002 of the European Parliament and of the Council of 25 November 2002 on waste statistics (OJ L 332, 9.12.2002, p. 1, last amended by OJ L 253, 28.9.2010, p. 2).

[9] European Reference Model on Municipal Solid Waste Management, 2018 version, produced by the European Union, The EEA was so kind as to provide the model to the contractor already in March 2019, prior to the official publication. It is now available at Eionet, European Environment Information and Observation Network: https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/etc-wmge-files/eurm_mswm.zip.

Background for the GHG balances

The climate protection potentials of the circular economy are determined using the Life Cycle Assessment (LCA) method of waste management based on ISO 14040/14044, which has already been applied and described in detail in many studies (e.g. Dehoust et al. (2010) and Vogt et al. (2015)). It permits a holistic approach, since it includes not only the direct emissions from waste treatment (debits) but also the potentially avoided emissions through the substitution of primary products and conventionally generated energy (credits). To evaluate the impact from GHG emissions on climate change the global warming potential for the 100 year horizon (GWP100) according to IPCC (2013) was used.

Certain rules apply to the LCA method of waste management, such as that system comparisons may only be carried out for the same absolute waste quantities and qualities. The balancing includes all emissions arising from the treatment of a defined amount of waste, and thus also those that occur over several decades in the future when landfilled. Another relevant aspect for LCA of waste management is that the technical substitution potential is taken into account for material recycling, not the substitution potential according to the market mix. In case of co-incineration of waste in cement kilns or coal power plants the substitution of standard fossil fuels is accounted for. The generation of electricity and heat from waste by thermal treatment is credited by substituting the average electricity and heat generation in order to be able to understand the dynamics from the energy transition in future scenarios.

For reasons of consistency, generally average electricity and heat emission factors for the EU27 are used for all balance areas. This also accounts for the separately calculated balances for Germany that are combined with the results for the EU27 (w/o DE). In the separate study on Germany (partial report Germany) national values were used. For the two Clusters the influence of regional electricity emission factors was investigated in sensitivities. The generally used average EU27 emission factors are adjusted to a changed energy source mix for the 2030 scenarios. Since changed emission factors for electricity also have an impact on primary production, an estimate was also made for correspondingly reduced substitution potential for the electricity-intensive production processes for paper and aluminium. In general, harmonised emission factors were used for substituted primary production processes following the approach from the previous study Vogt et al. (2015).

For the calculation of waste treatment options for residual waste, dry and organic recyclables and wood an attempt was made to use national data as far as possible. Research at national level could only be carried out to a limited extent as part of the study. The national inventory reports were evaluated to obtain parameters for landfilling, composting and anaerobic digestion. Weighted energy efficiencies for thermal treatment could be derived based on country specific capacities of thermal treatment plants in Scarlat et al. (2019). The initial attempt to use weighted efficiencies based on the data and MSW mass flows derived from the EEA-model led to implausible results. Relevant parameters for residual waste (calorific value, fossil and biogenic carbon content) were calculated based on waste compositions from the EEA-model. For Germany data from a recent nationwide sorting analysis for residual waste from households were available. For commercial MSW and bulky waste, less representative data had to be used as approximation. In the cases where no EU data could be derived from the EEA-model or the other sources, the calculations for Germany were also used for the EU or plausible assumptions were derived based on the German data.

Municipal solid waste

The **baseline data for MSW** were calculated from the data sources EEA-model (specifics, see Chapter 3.2.2) and MSW data reported to Eurostat (specifics, see Chapter 3.2.1). The amounts

and composition of MSW generation and treatment were calculated for the EU27 (w/o DE) and for the two clusters, and were then merged with the data sets from the separate report covering Germany. The following approach (see Chapter 5.1) for the data compilation was taken:

- Calculate the model baseline scenario as most likely development for all 28 countries,
- Use the Eurostat data 2017 (actually reported by the member states) to adjust the major streams calculated by the model,
- Take the breakdowns by major waste streams in the EEA-model and the treatment split reported by the countries to Eurostat as a means to adjust the major streams of the EEA-model data with the reported trends, and
- Use the breakdowns of materials and the detailed treatment splits in % (e.g. 5 MBT-types and related outputs) to apply them on the adjusted major streams.

To proceed like this, similarities between the Eurostat data and those of the EEA-model were identified, which were helpful to adjust the EEA-model data (prognosis) with the real developments reflected in the Eurostat data for organic waste and dry recyclables.

The further proceeding consists in the validation of the calculations. The validation covered the following:

1. Quick check of Eurostat metadata for methodological changes and of the adjustment factors; corrections of obvious inconsistencies (e.g. extreme different trends caused by methodological breaks such as the exclusion of MBT amounts from composting/digestion in the Eurostat data in 2017 compared to 2015).
2. Comparison of all relevant breakdowns in % used in the model 2017 and 2015 and adjustment of major inconsistencies (total MSW composition by materials, breakdown of residual waste treatment, breakdown of organic waste treatment, capture rates for dry recyclables and organic wastes, and loss rates to calculate the rejects for dry recyclables and organic wastes).
3. Compare the calculated residual waste composition with the composition data from literature research (e.g. from national waste management plans).
4. Comparison of the amounts calculated by the model for final treatment with the Eurostat data, where the reporting to Eurostat is known to be close to the concept of final treatment.

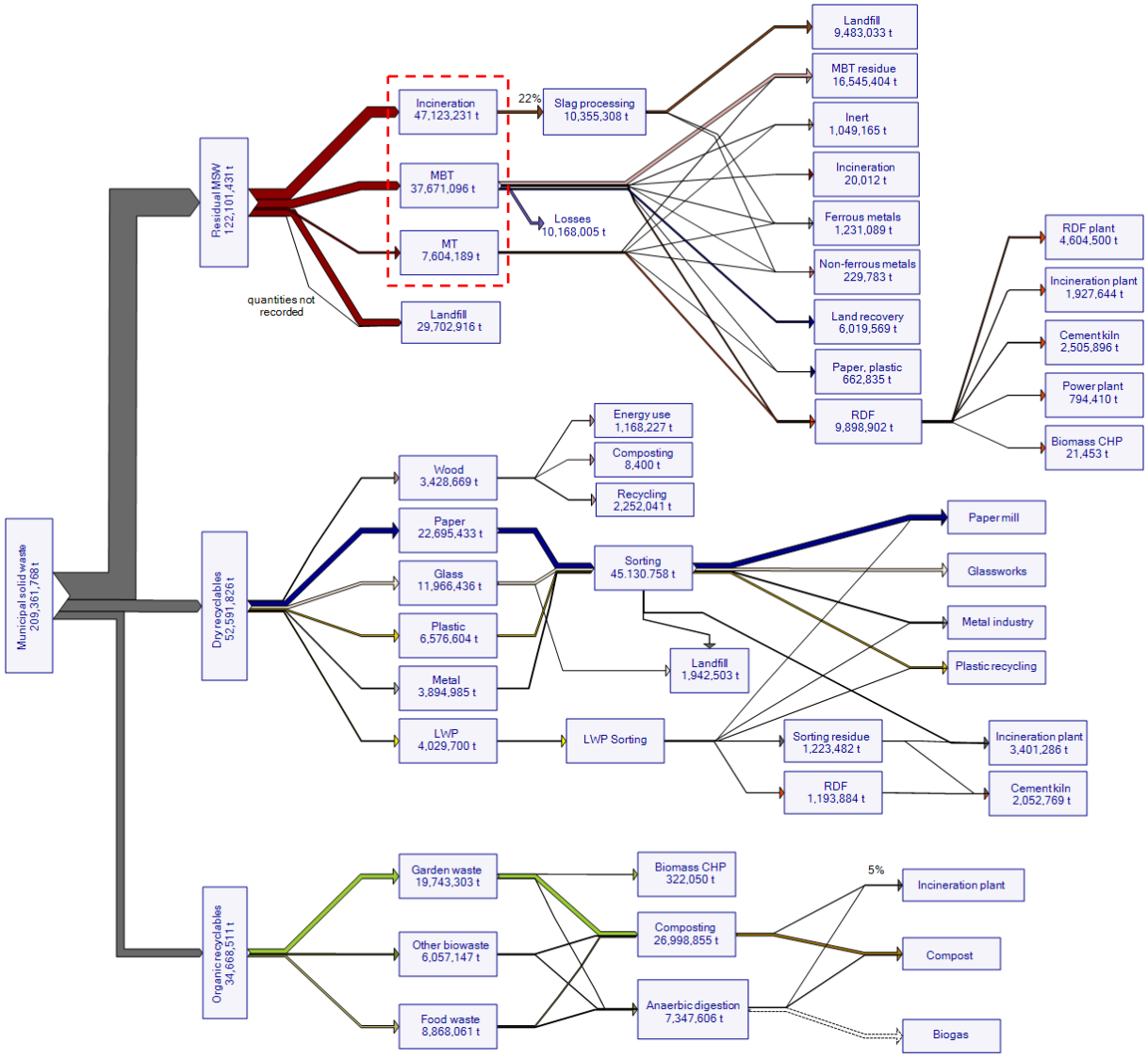
The validations 1 and 2 needed to be performed for all countries, while the remaining validations were only applied to the larger countries covering 80 % of the clusters and EU aggregates.

The baseline data for MSW generation and treatment are shown in Figure 1 for the EU27. Similar illustrations were completed for the EU28 including the UK, as well as for Cluster 1 and Cluster 2. The material streams *WEEE*, *batteries and accumulators, hazardous waste (excl. WEEE), rubble and soil* and, within dry recyclables, *textiles*, are not in the scope of this study but needed to be kept in the calculations in order to be coherent with the Eurostat data, which contain these streams. Taking these streams out of the calculations would have resulted in wrong adjustment factors. Therefore, these streams are used in the overall calculations of the MSW data but are disregarded in the finally presented amounts and the GHG balances.

Figure 1 shows that the majority of waste in the EU is still residual MSW. Its share amounts to 58% for the EU27 (or 59% for the EU28, 77% for Cluster 1 and 67% for Cluster 2). For comparison, the share for Germany is 42%. The separately collected dry recyclable materials (including wood) account for 25% of the total MSW for the EU27 as well as for the EU28, but only for 16% for Cluster 1 and 20% for Cluster 2. By comparison, Germany's share is 35%. The share of the separate collected organic waste is 17 % for the EU27 or 16% for the EU28, but

amounts only to 7% for Cluster 1 and 12% for Cluster 2. For Germany a share of 23% was considered for the separate collected organic waste.

Figure 1: Sankey diagram MSW EU27 2017



Source: own illustration, ifeu.

The share of residual MSW for treatment and to landfill is:

- EU27: 24% landfill, 76% treatment (thereof 51% incineration)
- EU28: 25% landfill, 75% treatment (thereof 51% incineration)
- Cluster 1: 50% landfill, 50% treatment (thereof 9% incineration)
- Cluster 2: 29% landfill, 71% treatment (thereof 58% incineration)

For comparison, in Germany 0% is landfilled, residual MSW for treatment is incinerated to 67%.

For MSW, two **scenarios** are developed for the year 2030 for the EU balance areas of EU27, Cluster 1 and Cluster 2. The first scenario for all three balance areas is named "lead scenario". The lead scenarios follow the goals of the Waste Framework Directive (WFD), i.e., they assume that all countries comply with the legislative targets and consider likely developments in MSW treatment in the future. The second scenario differs for the EU27 and for the Clusters, although

all have the goal to investigate on a lower level of ambitiousness. For the EU27, a model-theoretical scenario was considered taking home composting into account for the recycling targets. For the clusters, special scenarios were developed to test the effect of non-compliance with the recycling rates.

The model-theoretical scenario "with home composting in the RC rate" for the EU27, is less ambitious but still complies with the legal recycling target. The assessed amount home composted for the EU27 – about 40.2 million tons (or about 90 kg/cap/year) – is added to the MSW generation in 2017 and 2030 (equal total waste quantities as prerequisite of the LCA method for system comparisons), and contributes to the recycling rate. As a result, the residual waste is reduced only by 27% in 2030 in the scenario with home composting in the RC rate, instead of the 42% in the lead scenario without home composting. The higher amounts of "residual MSW for treatment" are assigned according to the same split of treatment technologies as in the lead scenario, and compliance with the landfill directive is still considered (amount of residual MSW to landfill in 2030 is nearly the same). However, it should be considered that the scenario has high data uncertainties. Furthermore, the scope of the study did not enable to discuss the potential interferences between separate collection of organic waste and home composting.

In addition to the scenarios, the influence of regional electricity emission factors was investigated for the two Clusters in sensitivities.

The **results of the GHG balance for the EU27 for the base** year 2017 and for the lead scenario 2030, are shown in Table 1. In total, both scenarios result in absolute net emission savings potentials (negative values, credits higher than debits). The net emission savings potential for 2017 is -3.53 million tons CO_2eq. This small emission saving potential is mainly due to the high waste quantities still landfilled in the EU27 ("Res. MSW to landfill"), which are responsible for an absolute net debit of 27.59 million tons CO_2eq. The results of the other waste fractions are associated with net savings potentials, although this is small in the case of organic waste (food waste, garden waste, other biowaste from the EEA-model, and waste from the bio bin and kitchen/canteen waste from the German waste statistic).

The specific net results per ton show that especially the recycling of dry recyclables, especially metals and followed by light weight packaging (LWP, only Germany), plastics, glass, and paper, is associated with higher net emission savings potentials. The recycling of wood shows a lower net savings potential, and the recycling of organic waste is almost zero due to the high share of composting. The specific net savings potential for residual MSW for treatment ("Res. MSW for treatment"), which includes incineration, mechanical-biological treatment (MBT) and mechanical treatment (MT) (see red dashed-border box in Figure 1), is also rather low. The specific emission savings potential is higher when the produced RDF is also proportionately co-incinerated in coal power plants and cement kilns where it replaces fossil fuels. However, there are high data uncertainties about the share of RDF, and both the composition of the input material and the characteristics and quality of the RDF produced. Additionally, this result includes a correction for Hungary, where amounts attributed to MT from the EEA-model are lastly landfilled without further treatment according to the national inventory report (NIR HU 2019).

In the lead scenario 2030 (WFD) the absolute net savings potential is increased to -29.99 million tons CO_2eq. The most distinctive difference in the results is the reduction of the net debits from landfilling, which is cut down to 3.96 million tons CO_2eq. The remaining GHG debits result from Cluster 1 countries, where the possible derogation according to the landfill directive was taken

into account[10]. The absolute net emission savings potentials of dry recyclables are mainly increased due to more separate collection and recycling in order to achieve the recycling rate of the WFD. Paper is an exception, the reduced absolute net emissions savings potential is a result of the estimated reduced GHG impacts from primary production of paper (electricity demand calculated with the lower electricity emission factor for 2030, see results per ton). Such an estimate was also conducted for the electricity-intensive production of aluminium, which is the reason for the slightly reduced per ton result for metals.

Table 1: Absolute and specific net results by waste fraction – base comparison MSW EU27: base year 2017 and lead scenario, WFD, 2030

Waste fraction	Absolute		Specific per capita[1]		Specific per ton	
MSW	**2017**	**2030 WFD**	**2017**	**2030 WFD**	**2017**	**2030 WFD**
	Million tons CO_2eq		kg CO_2eq/cap		kg CO_2eq/t	
Res. MSW for treatment	-2.21	2.30	-5.0	5.2	-24	35
Organic waste	-0.03	-0.80	-0.1	-1.8	-1	-13
Paper	-10.05	-5.39	-22.6	-12.1	-443	-169
Glass	-5.43	-7.43	-12.2	-16.7	-454	-450
Plastics	-3.43	-9.03	-7.7	-20.3	-522	-695
LWP	-3.44	-3.60	-7.7	-8.1	-854	-893
Metals	-5.95	-9.32	-13.4	-20.9	-1527	-1413
Wood	-0.59	-0.67	-1.3	-1.5	-172	-132
Res. MSW to landfill	27.59	3.96	61.9	8.9	929	928
Sum/average	**-3.53**	**-29.99**	**-7.9**	**-67.3**	**-17**	**-143**

1) Calculated with 445,529,136 inhabitants in 2017 (Table 27).

The slightly lower specific net result per ton for wood waste in the 2030 scenario is also due to defossilisation effects, where lower emission savings potentials from electricity and heat generation are only partly compensated by the higher net efficiencies for biomass CHP assumed for 2030. The small quantity for which pyrolysis is assumed, has hardly any influence. The specific net result is in the same range as for wood recycling. Conversely, the effects of defossilisation are also mainly responsible for the higher net specific result per ton for plastic (and plastic in LWP). The lower GHG debits for electricity demand lead to lower specific net debits for plastic recycling. The emission savings potentials (credits) for plastic waste change little. Increases in the emission savings potentials could be achieved primarily through better qualities and the resulting greater substitution of virgin plastics instead of applications as wood and concrete as substitutes (see also partial report Germany).

The net emission savings potential from organic waste is slightly higher in 2030 WFD, which is primarily achieved through the assumed increase of anaerobic digestion and biogas utilisation. The GHG emissions of biological treatment, derived from the national inventory reports, were not changed in the 2030 WFD scenario. Composting results in a net debit for the EU27, both for

[10] 5-years derogation for Member States that landfilled more than 60 % in 2013; instead of only 10 % landfilling, 25 % are allowed by 2035.

2017 and 2030. The soldier fly larvae treatment additionally considered for the food waste has hardly any influence on the result with the small quantities considered. The net result based on ton of waste is similar to that from composting. This treatment method could be an alternative to landfilling. However, data uncertainty is high and it was assumed that 75% of the heat demand can be covered by ambient temperatures due to the climate conditions in the south of Europe.

The specific net result for residual MSW for treatment changes from the slight net credit in 2017 into a slight net debit in the lead scenario 2030. On the one hand, this is due to the reduced emission savings potentials from electricity and heat generation from waste (defossilisation). On the other hand, the increase of the fossil carbon content in the residual MSW is of relevance (especially higher share of plastics)[11]. Another reason for less credits is also due to the climate goals of the EU and results from the diversion of RDF from co-incineration by coal power plants to incineration in thermal treatment plants. This is slightly counteracted by the higher net energy efficiencies assumed for thermal treatment plants in 2030.

The model-theoretical **scenario with home composting in the RC rate for the EU27** allows consideration at a reduced ambition level of separate collection. However, the data uncertainties on home composting are very high, both with respect to the amount and the associated GHG emissions. The purpose of this scenario is to investigate the effect of a less ambitious increase in separate collection, and due to high data uncertainties, home composting was rated as zero in the GHG balance (although net debits are expected as a trend, see Annex, partial report Germany).

The scenario with home composting in the RC rate 2017 (MSW EU27 HC 2017) results in an absolute net emission savings potential of about -3.5 million tons CO_2eq. A comparison at the absolute level with the baseline is not possible because of the different total waste quantities (209.4 million tons in the base comparison and 249.6 million tons in the scenario with home composting in the RC rate). However, as the GHG emissions from home composting are excluded from the study, the GHG balance with absolute results for 2017 is identical with the absolute results of the 2017 base scenario (MSW EU27 2017).

For the year 2030, the scenario with home composting in the RC rate (MSW EU27 HC 2030) results in an absolute net emission savings potential of -25.2 million tons CO_2eq. Again, it is true that a comparison with the base comparison (lead scenario 2030) is not possible at the absolute level. However, if home composting was considered to be virtually emission neutral, it could be stated that the scenario with lower ambition level for the increased separate collection would lead to reduced emission savings potential of around 5 million tons CO_2eq compared to the lead scenario 2030. A qualitative comparison for 2030 shows that the recycling of dry recyclables in particular achieves lower absolute net emission savings potentials, due to the reduced separately collected quantities. The results for residual MSW differ slightly due to different amounts treated and different waste compositions and thus characteristics. On a specific level per ton the results for the waste fractions are unchanged or slightly changed either due to changed treatment splits or changed compositions and characteristics of residual MSW. The clearest difference at the specific level arises in relation to the total waste quantities. The total specific net emission savings potential is significantly lower, as the results refer to around 250 million tons (including the 40.2 million tons of home composting).

[11] This is different in the separately calculated balance for Germany, where the fossil carbon content in residual waste for treatment is lower in the lead scenario, which is one reason why the specific net result is still a net savings potential (with EU27 emission factors, cf. partial report Germany).

- MSW EU27 HC 2017: -14 kg CO_2eq/t MSW (16% lower than base year 2017)
- MSW EU27 HC 2030: -101 kg CO_2eq/t MSW (30% lower than lead scenario 2030)

The calculation for **Cluster 1 and Cluster 2** was done in the same way as for the EU27 (w/o DE). However, country specific aspects were adapted. In addition to the waste treatment flows, this applies for parameters for landfilling, composting and anaerobic digestion derived from the national inventory reports as well as for the weighted energy efficiencies for thermal treatment. In addition, the different waste compositions for residual waste from the EEA-model and resulting characteristics were calculated specifically for the country Clusters. Other than for the EU27 (and EU28), the absolute results for the two Clusters in the base year 2017 show a net debit, which is largely caused by the high shares of residual MSW to landfill (more relevant in Cluster 1 than in Cluster 2). In addition, in Cluster 1, the correction for Hungary (amounts attributed to MT from the EEA-model, which are lastly landfilled without further treatment) leads to a specific net debit for residual MSW for treatment (net credit in all other balance areas).

For **Cluster 1**, the net results for the three scenarios are as follows:

- Base year, 2017: +10.5 million tons CO_2eq (102.6 kg CO_2eq/cap; 300 kg CO_2eq/t)
- Lead scenario 2030 (WFD): -0.93 million tons CO_2eq (-9.1 kg CO_2eq/cap; -27 kg CO_2eq/t)
- Special scenario 2030: -0.36 million tons CO_2eq (-3.5 kg CO_2eq/cap; -10 kg CO_2eq/t)

In 2017, residual MSW to landfill clearly dominates the debits. Both scenarios 2030 show a shift in the net result from a net debit to a slight net credit. In both scenarios this is mainly due to diversion from landfill (which was also proportionally assumed for the corrected amount for Hungary). In addition, the increased amount of separately collected dry recyclables and technical optimisations are responsible for the net credit in both 2030 scenarios. These aspects counteract the effects from defossilisation. The amount of separate collected dry recyclables in the special scenario 2030 is more moderate than in the lead scenario 2030, which mainly explains the lower net emission savings potential. The treatment of organic waste is combined with a net debit in 2017 due to the high share of composting (94 %). The net debit per ton of waste is lower in the 2030 scenarios primarily because of the assumption of higher quantities of food waste been treated by anaerobic digestion. The treatment with soldier fly larvae has a minor contribution to the specific net debits.

The sensitivity analysis with the higher electricity emission factor 2017 for Cluster 1 has hardly any effect on the results. The higher credits for electricity generation from waste (which is not of high relevance in Cluster 1) are counteracted by the higher debits for electricity demand especially for recycling.

For **Cluster 2**, the net results for the three scenarios are as follows:

- Base year, 2017: +3.06 million tons CO_2eq (19.1 kg CO_2eq/cap; 39 kg CO_2eq/t)
- Lead scenario 2030 (WFD): -12.63 million tons CO_2eq (-78.8 kg CO_2eq/cap; -163 kg CO_2eq/t)
- Special scenario 2030: -4.18 million tons CO_2eq (-26.1 kg CO_2eq/cap; -54 kg CO_2eq/t)

The results for Cluster 2 are again dominated by the impact of residual MSW to landfill. The shift to a net credit in the lead scenario in Cluster 2 is mainly due to the assumed complete diversion from landfill. In the special scenario 2030, the net credit is 8.4 million tons CO_2eq lower than in the WFD 2030 scenario, because it was assumed that Cluster 2 countries are not diverting waste from landfill completely, as they may still landfill MSW in accordance with the landfill directive.

The treatment of organic waste results in a net debit for 2017 due to the high share of composting (90 %). For the 2030 scenarios, a slight net emission savings potential can be

achieved as it is assumed that more food waste is treated by anaerobic digestion instead of only composting. Again, the treatment with soldier fly larvae has a minor contribution to the specific net debits.

The sensitivity analysis with the lower electricity emission factor 2017 for Cluster 2 leads to a 33% higher absolute net debit. In Cluster 2, in contrast to Cluster 1, the share of residual MSW for thermal treatment is much higher. Reduced credits for electricity generation have higher impact, and are not compensated by the lower debits of electricity demand for recycling.

Special balance food waste

Regarding **food waste**, the study applies the food waste definition of the Waste Framework Directive which stipulates that „*'food waste' means all food as defined in Article 2 of Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council that has become waste*. No distinction is made between edible and non-edible food waste. Excluded from the scope of this study is food waste that arises in NACE section A *'Agriculture, forestry and fishing.*'

The availability of reliable **data on food waste generation and treatment** is poor, in particular for food waste from commercial and industrial sources. Food waste is part of the organic waste and therefore not separately measurable. The total food waste generation was estimated on the basis of WStatR data. Food waste is mostly contained in the EWC-Stat categories W091 "animal and mixed food waste", W092 "vegetal wastes" and in W101 "household and similar wastes". The shares of food waste within these waste categories were determined based on information from literature, national statistical data, information from the validation of WStatR data carried out by the contractor and estimates. In addition, the amount of food waste from MSW was determined by means of the EEA-model in the course of the MSW data analysis. The amount of food waste from commercial and industrial sources was calculated as difference between the WStatR-based estimate for the generated food waste total and MSW food waste from the EEA-model calculation. The food waste was determined at country level and the results were then aggregated at Cluster and EU27 level.

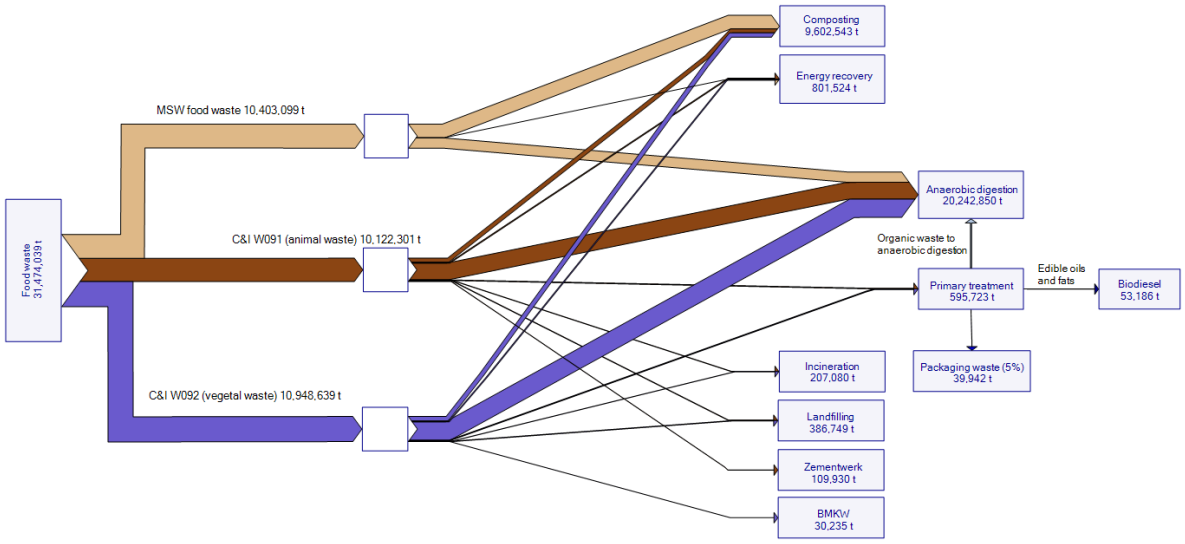
The food waste total in the EU27 is estimated at 70.1 million tons or 157 kg/cap respectively. Around 55% of the generated food waste (38.6 million tons) are found in the 'household and similar waste' (W101) and 45% (31.6 million tons) are contained in the waste categories 'animal and vegetal waste' (W091, W092). Production waste from the food processing industry accounts for 13.8 million tons or 20% of the food waste in total.

The base data for the GHG balance are shown in Figure 2. For methodological reasons, food waste contained in the 'household and similar waste' (W101) was not considered in the GHG balance. The data in Figure 2 therefore refer to the food waste contained in the waste categories 'animal and vegetal wastes' (W091, W092) only.

The Sankey diagram shows that in the EU27 in 2017 about two thirds of the food waste contained in the 'animal and vegetal waste' (W091, W092) originates from commercial and industrial sources whereas one third is municipal food waste (derived from the EEA-model).

Food waste is mainly treated via anaerobic digestion as shown in the Sankey diagram. This is based on the assumption that the share of anaerobic digestion in the EU27 (w/o DE) is similar but lower than for Germany. The total share of anaerobic digestion of food waste (from MSW and from C&I waste) for the EU27 accounts for 64%. The remaining share is mainly composted. Other treatment options, such as incineration (with or without energy recovery), landfill and other disposal are of minor importance. The food waste from MSW is mainly treated by anaerobic digestion in Germany, whereas for the EU balance areas composting dominates.

Figure 2: Sankey diagram Food waste EU27 2017



Source: own illustration, ifeu.

For each of the three balance areas (EU27, Cluster 1 and Cluster 2), two **scenarios** were developed for the year 2030. The lead scenarios consider similar assumptions as for the lead scenarios for MSW, focusing on waste diversion from landfill and technical optimisations. The additional scenarios also take waste prevention into account, which allows to show the climate impact of food waste reduction versus food waste treatment measures.

The scenario assumptions on food waste originating from MSW need to be consistent with the assumptions for food waste in the MSW 2030 lead scenarios:

- Food waste treatment is shifted from composting towards anaerobic digestion;
- A small share of food waste in Cluster 1 and 2 is treated by solider fly larvae installations.

For food waste from industrial and commercial sources (C&I waste) the following assumptions were made:

- Food waste will be completely diverted from composting, mainly towards anaerobic digestion and partly towards energy recovery;
- A share of 1.5% of the total C&I food waste is assumed to be edible oils and fats that are used for biodiesel production;
- In Cluster 1 and 2 a share of 2% of the total C&I food waste is treated in solider fly larvae installations.

For this study, a methodological approach was developed to integrate waste prevention (for Germany also preparation for re-use), which is usually not part of the LCA in waste management mainly due to data restrictions. The requirements for the inclusion are that the prevented products are known and that the effects of avoiding their production can be quantified. For food waste, this means that only consumer products can be considered. No original products can be identified for sludges, slops, peeling residues, etc. or the "substances unsuitable for consumption or processing" that predominate in C&I waste according to the German waste statistic. Accordingly, waste prevention is considered only for MSW food waste. The prevented amount is set to 50% for EU27 and Cluster 2 and to 30% for Cluster 1.

The calculation of the **GHG balances** for MSW food waste corresponds to the calculation for the MSW balance. For the calculation of the food waste from C&I waste, more assumptions were

necessary. The two statistical waste categories W091 and W092 consist of very different waste types which in many cases are not further specified. Therefore, the GHG balance for food waste has relevant uncertainties and needs to be understood as an approximation. Food waste from C&I waste had to be estimated based on the calculations for Germany (partial report Germany), which are based on more differentiated data in the German waste statistic.

The results of the GHG balance for the EU27 in the base comparison are shown in Table 2. In total, both scenarios result in absolute net emission savings potentials. The net emission savings potential for 2017 is around -2.19 million tons CO_2eq. Food waste from C&I waste mainly contribute to the result, which also account the highest share. In addition, especially animal and mixed food waste (W091) contribute to the emission savings potential.

The lead scenario 2030 shows an absolute net emission savings potential of about -3.79 million tons CO_2eq mainly due to the diversion from landfills, from incineration[12] ,the shift from composting to anaerobic digestion and the share of processing of edible oils and fats into biodiesel.

Table 2: Absolute and specific net results by waste category – base comparison FW EU27: base year 2017 and lead scenario 2030

Waste category	Absolute	Absolute	Specific per capita[1]	Specific per capita[1]	Specific per ton	Specific per ton
FW	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**
	1,000 t CO_2eq		kg CO_2eq/cap		kg CO_2eq/t	
MSW food waste	-128	-392	-0.3	-0.9	-12	-38
C&I W091	-1,557	-2,315	-3.5	-5.2	-154	-229
C&I W092	-501	-1,079	-1.1	-2.4	-46	-99
Sum/average	**-2,186**	**-3,786**	**-4.9**	**-8.5**	**-69**	**-120**

1) Calculated with 445,529,136 inhabitants in 2017 (Table 27).

The calculations for the base year 2017 and the lead scenario 2030 for **Cluster 1 and Cluster 2** are done in the same way as for the EU27 (w/o DE). For MSW food waste, the same differences apply as for food waste in the MSW balance. Small differences in the per ton results for food waste from C&I waste result from country specific data on energy efficiencies for thermal treatment plants and on parameters for landfilling (from national inventory reports).

For **Cluster 1**, the net results for the two scenarios are as follows:

- Base year, 2017: -0.11 million tons CO_2eq (-1.1 kg CO_2eq/cap; -37 kg CO_2eq/t)
- Lead scenario 2030: -0.36 million tons CO_2eq (-3.5 kg CO_2eq/cap; -118 kg CO_2eq/t)

For **Cluster 2**, the net results for the two scenarios are as follows:

- Base year, 2017: -0.48 million tons CO_2eq (-3.0 kg CO_2eq/cap; -48 kg CO_2eq/t)
- Lead scenario 2030: -1.22 million tons CO_2eq (-7.6 kg CO_2eq/cap; -124 kg CO_2eq/t)

For the scenario that takes waste prevention into account, the approach developed in this study is followed (for more details please refer to partial report Germany). A weighted average emission value for food waste prevention of -1.61 kg CO_2eq/kg food is applied based on the

[12] „incineration“ means incineration without energy generation, otherwise the term “energy recovery” is used in the EU statistic.

proportion of different food products in the food waste and the derived GHG emission factors for their production. The results for the scenarios taking waste prevention into consideration show significantly higher net emission savings potentials. Despite data uncertainties, it demonstrates that food waste prevention has a significant contribution to climate protection.

The absolute net emission savings potentials were estimated to:

- around -12 million tons CO_2eq for the EU27 (ca. 3 times higher than lead scenario)
- around - 0.7 million tons CO_2eq for Cluster 1 (ca. 2 times higher than lead scenario)
- around - 3.2 million tons CO_2eq for Cluster 2 (ca. 2.6 times higher than lead scenario)

Commercial and industrial waste

For the purpose of this study, commercial and industrial waste is defined as non-hazardous waste from the economic activities 'manufacturing' (NACE C) and 'service activities' (NACE sectors G –U excl. G46.77). The scope of the study includes in addition:

- Household and similar wastes (W101) from all economic activities;
- Animal and vegetal wastes (W091, W092) from all economic activities except from *'Agriculture, forestry and fishing*' (NACE A).

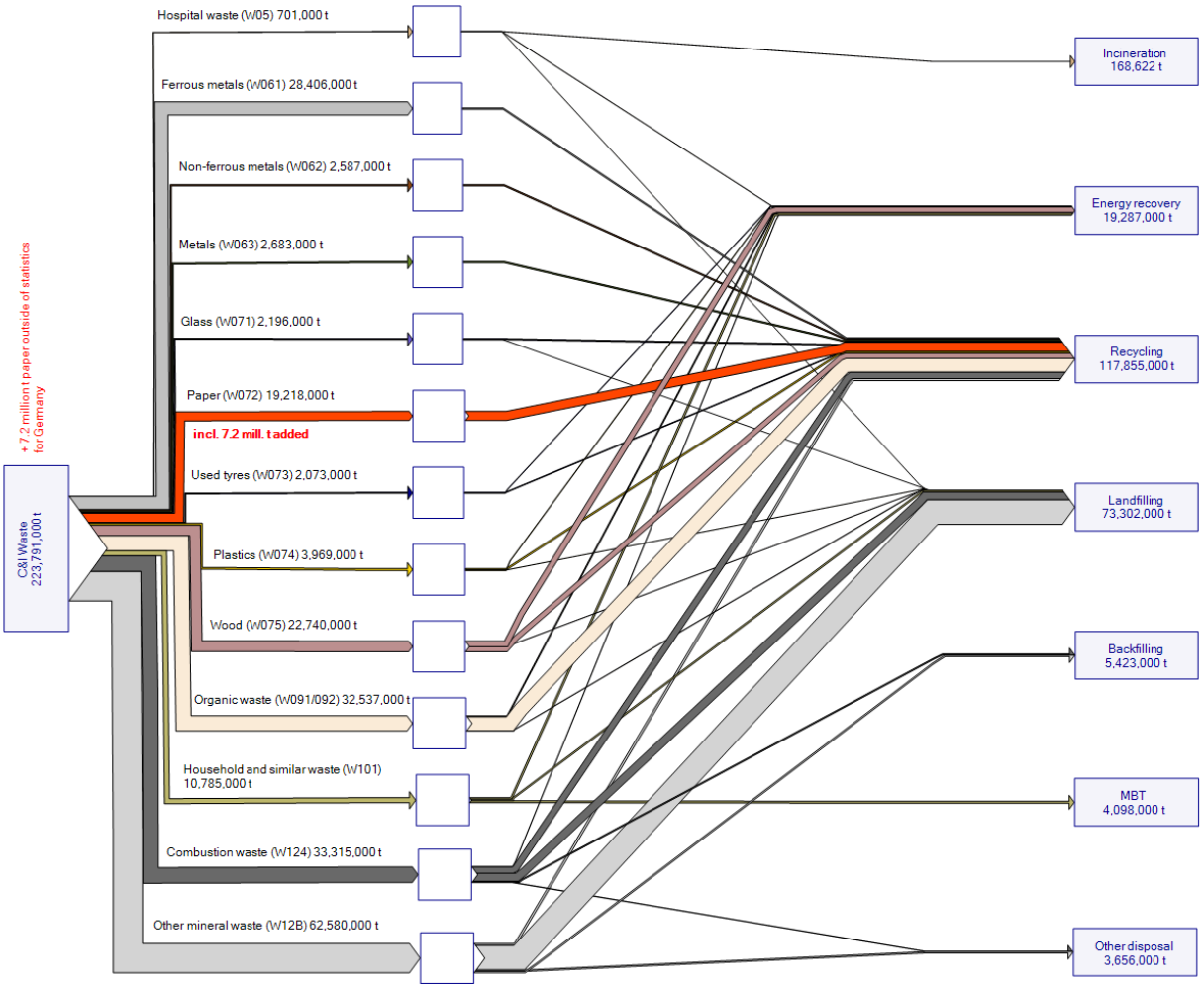
The study is limited to primary waste and excludes the waste categories textile wastes (W076), discarded vehicles (W081), discarded equipment (W08A), batteries and accumulators (W0841), common sludges (W11) and industrial effluent sludges (W032). For the GHG balances further waste categories were excluded for methodological reasons.

The **generation and treatment of C&I waste** was determined on the basis of the WStatR data. In a second step, the waste stream C&I waste had to be delineated from the MSW because the two waste streams are partly overlapping due to the different concept of the data sources used. MSW comprises mainly waste from households but also waste from industrial and commercial sources that is similar to household waste. In order to ensure a clear allocation of GHG emissions and to avoid double-counting, the amount of C&I waste that is managed as MSW was estimated and subtracted from the C&I waste stream. The scope of the study allowed only a rough data estimate that is less detailed than the one for MSW.

The resulting base data for the GHG balances are shown in Figure 3. The C&I waste generation in the EU27 considered for the balances amounts to 224 million tons. The main waste generating sector is the metal industry (NACE C24-C25) followed by the chemical industry (NACE C20-C22), the service sector (NACE G-U) and the food and drinks industry (NACE C10-C12).

The waste category 'other mineral waste" (W12B) is the most relevant fraction by mass. This waste fraction takes up to 28% of the total amount. This is followed by the combustion waste and organic waste (W091 and W092) with each 15% mass fraction, and by ferrous metals with 13%. Most of the other waste fractions comprise between 1% and 10% of the total mass. Hospital waste, glass and used tyres have shares below 1%.

Figure 3: Sankey diagram C&I waste EU27 2017



Source: own illustration, ifeu.

For C&I waste, one future **scenario** for the EU27 had to be developed for the target year 2030. The assumptions for the EU27 (w/o DE) were developed separately and merged with the separately derived scenario 2 for Germany (see partial report Germany). For the EU27 (w/o DE) it was assumed that waste generation remains constant until 2030, both overall (requirement for the LCA method) and at the level of the individual waste categories.

For the future development of waste management, the mix of treatment options in countries with less and more developed waste management systems were compared for each waste category. For the establishment of the 2030 scenario, it was assumed that all EU Member States will establish a mix of treatment options for C&I waste of similar to the EU countries with more developed waste management systems and therefore will be on the same level by 2030. These assumptions result in the following developments:

- A shift from landfilling of household and similar waste (W101) mainly towards energy recovery and to a lesser extent to MBT;
- A shift from landfilling of animal and vegetal wastes (W091, W092) towards energy recovery and recycling;
- An increase of recycling for wood waste (W075), plastic waste (W074) and rubber waste (W073) mainly at the expense of energy recovery.

The results of the GHG balance for the EU27 are shown in Table 3. In total, both scenarios result in absolute net emission savings potentials. For 2017 it is ca. -84.1 million tons CO_2eq. Dry recyclables, including metals in particular, make a significant contribution to the result. Despite of the high mass, combustion waste and other mineral waste do not have influence on the result because of their inert character. The scenario 2030 shows a reduced net emission savings potential of -76.6 million tons CO_2eq. The difference in the results – the overall lower net emissions savings potential compared to base year 2017 – is mainly due to the defossilisation of the energy system. Not only do the GHG debits from the energy demand decrease, but also the substitution potential for energy and primary products declines (electricity-intensive primary production of paper and aluminium). Nevertheless, the optimisation for 2030, specifically the shift from landfilling to recycling and/or energy recovery and the shift from energy recovery to recycling, counteract the above-mentioned effects.

Table 3: Absolute and specific net results by waste fraction – C&I waste EU27 2017 and 2030

Waste fraction	Absolute	Absolute	Specific per capita[1]	Specific per capita[1]	Specific per ton	Specific per ton
C&I waste	**2017**	**2030**	**2017**	**2030**	**2017**	**2030**
	Million tons CO_2eq		kg CO_2eq/cap		kg CO_2eq/t	
Hospital waste	0.18	0.22	0.4	0.5	257	319
Ferrous metals	-43.70	-43.70	-98.1	-98.1	-1,538	-1,538
Non-ferrous metals	-13.01	-8.79	-29.2	-19.7	-5,029	-3,398
Metals	-4.91	-4.54	-11.0	-10.2	-1,830	-1,694
Glass	-1.01	-1.01	-2.3	-2.3	-461	-459
Paper	-8.85	-3.47	-19.9	-7.8	-461	-180
Used tyres	-2.77	-2.89	-6.2	-6.5	-1,338	-1,392
Plastics	-2.18	-3.09	-4.9	-6.9	-550	-779
Wood	-5.76	-4.97	-12.9	-11.2	-253	-219
Organic waste	-3.18	-5.24	-7.1	-11.8	-98	-161
Combustion waste	0.22	0.23	0.5	0.5	7	7
Other mineral waste	0.38	0.38	0.9	0.9	6	6
Household & similar waste	0.54	0.27	1.2	0.6	50	25
Sum/average	**-84.06**	**-76.60**	**-188.7**	**-171.9**	**-376**	**-342**

1) Calculated with 445,529,136 inhabitants in 2017 (Table 27)

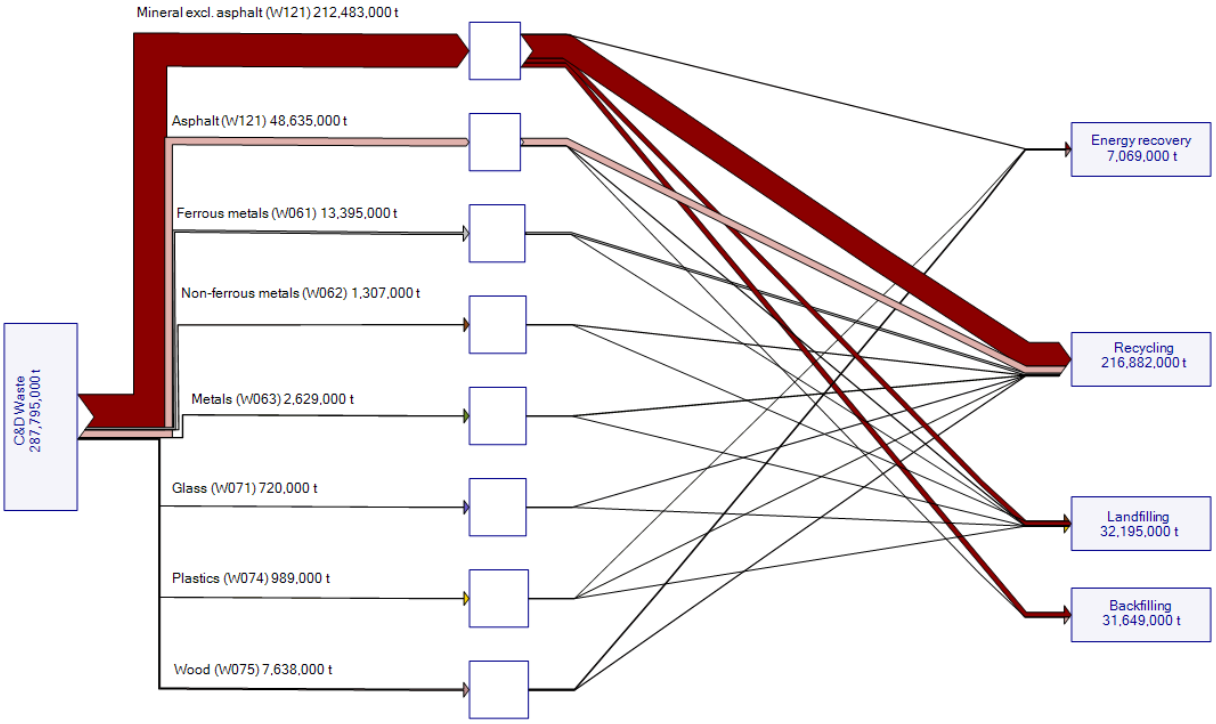
Construction and demolition waste

For the purpose of this study, construction & demolition (C&D) waste is defined as all non-hazardous wastes listed in chapter 17 of the List of Wastes, except 'soil and stones' (LoW 17 05 04) and 'dredging spoil' (17 05 06).

In the scope of this study only a rough determination of **C&D waste generation and treatment** was conducted. C&D waste generation and treatment are determined based on WStatR data. C&D waste generation comprises mineral C&D waste (W121) from all economic activities and households as well as metal wastes (W06), glass wastes (W071), plastic wastes (W074) and wood wastes (W075) generated by companies of NACE section F (Construction). Furthermore, an estimate was produced on the generation and treatment of reclaimed asphalt based on annual statistics of the European Asphalt Pavement Association (EAPA).

The base data derived for the GHG balancing are shown in Figure 4. The C&D waste total in the EU27 in 2017 was determined at 288 million tons. With 90 million tons, Germany accounts for nearly one third of the EU27 total. Mineral C&D waste (excl. asphalt) accounts for around 212 million tons or 74% of the total. The share of reclaimed asphalt is estimated at 49 million tons or 17% of the C&D waste total. Metal waste (W06) and wood waste (W075) contribute 6% and 3% respectively. Plastic and glass wastes account each for 0.3% of the generated C&D waste.

Figure 4: Sankey diagram C&D waste EU27 2017



The amounts shown in the Sankey diagram are rounded values.
Source: own illustration, ifeu.

For C&D waste, a single **scenario** for the EU27was developed for the target year 2030. The assumptions for the EU27 (w/o DE) were developed and merged with the separately derived scenario 2 for Germany (see partial report Germany). For the EU27 (w/o DE) it was assumed that the C&D waste generation in the EU27 remains constant until 2030.

In order to assume the future development of waste management, the waste treatment mixes in member states with less and with more developed waste management systems for each waste category were compared. The comparison shows that the countries with more advanced waste systems usually report a higher proportion of metals, wood and glass in the construction waste. It is assumed that the better separation of recyclables at source is the reason for that. For the scenario 2030, it was assumed that the separation of these recyclable materials in the

EU27 (w/o DE) is on a level which the EU countries with more advanced waste systems had reached already in 2017.

For the scenario the following is assumed:

- an increase of recycling for all C&D waste categories;
- an increase of energy recovery of wood waste (075).

The results of the GHG balance for the EU27 are shown in Table 4. In total, both scenarios result in absolute net emission savings potentials. For 2017 it is ca. -30.3 million tons CO_2eq. Especially metals make a significant contribution to the result. The treatment of the inert waste streams, which represent the main mass flow, is not associated with relevant GHG emissions. The scenario 2030 in total shows a slightly higher net emission savings potential of -30.7 million tons CO_2eq. The difference between the scenarios is hardly significant, which is due to the fact that ferrous metals have the main influence in the result and that recycling of ferrous metals is hardly influenced by defossilisation. The increase of the net emissions savings potential can mainly be attributed to ferrous metals diversion from mineral C&D waste in the 2030 scenario.

Table 4: Absolute and specific net results by waste fraction – C&D waste EU27 2017 and 2030

Waste fraction	Absolute	Absolute	Specific per capita[1]	Specific per capita[1]	Specific per ton	Specific per ton
C&D waste	**2017**	**2030**	**2017**	**2030**	**2017**	**2030**
	Million tons CO_2eq		kg CO_2eq/cap		kg CO_2eq/t	
Mineral waste (excl. asphalt)	1.46	2.01	3.3	4.5	7	10
Asphalt	-0.43	-0.46	-1.0	-1.0	-9	-9
Ferrous metals	-18.62	-20.43	-41.8	-45.9	-1,390	-1,406
Non-ferrous metals	-4.78	-3.89	-10.7	-8.7	-3,657	-2,678
Metals	-4.26	-4.02	-9.6	-9.0	-1,623	-1,534
Glass	-0.31	-0.36	-0.7	-0.8	-430	-433
Plastics	-0.47	-0.65	-1.0	-1.4	-471	-650
Wood	-2.87	-2.88	-6.4	-6.5	-376	-323
Sum/average	**-30.28**	**-30.68**	**-68.0**	**-68.9**	**-105**	**-107**

1) Calculated with 445,529,136 inhabitants in 2017 (Table 27)

Overview results EU

The absolute, per capita and net specific results for the balances – MSW, C&I waste and C&D waste – are summarized in Table 5. The results presented for MSW are from the base comparison (base year 2017 and lead scenario 2030). The overall GHG balance of the waste treatment in the three areas of origin results in a total absolute net emission savings potential of -117.9 million tons CO_2eq for the EU27 for the balance year 2017. For the 2030 scenarios, the total absolute net emission savings potential is calculated to around -137.3 million tons CO_2eq, which represents an improvement by about 19.4 million tons of CO_2eq in potential net emission savings for the EU27.

In the total net emission savings potentials in 2017, the three areas of origin differ significantly with C&I waste presenting by far the highest contribution. The emission contributions of the landfilled MSW almost completely outweigh the saving potential of recycling and recovery for MSW. Consequently, for the EU27 an important optimisation measure is the diversion of MSW from landfill. In combination, the efforts to separately collect dry and organic recyclables, should be increased and, especially the treatment of organic recyclables should be optimised. In this way, the total net emission savings potential increases from -3.5 million tons CO_2eq to about -30 million tons CO_2eq in 2030. However, in the WFD scenario still about 4.3 million tons of residual MSW is landfilled. If diversion from landfill could be completely implemented until 2030 in the EU27 further about 4 million tons CO_2eq would be avoided.

By far the highest net savings potentials result from C&I waste, which is dominated by metals accounting for 15% by mass (33.7 million tons). Also, the results for C&D waste are dominated by metals. However, for C&D waste the amount of metals is half as high as for C&I waste, which yields correspondingly to lower results.

Table 5: Waste EU27 – Amounts and absolute as well as specific net results by area of origin

Balance area	Amount	GHG absolute	GHG absolute	Specific per capita[1]	Specific per capita[1]	Specific per ton	Specific per ton
		2017	2030	2017	2030	2017	2030
	million tons	million tons CO_2eq		kg CO_2eq/cap		kg CO_2eq/t	
MSW	209.4	-3.5	-30.0	-8	-67	-17	-143
C&I waste	223.8	-84.1	-76.6	-189	-172	-376	-342
C&D waste	287.8	-30.3	-30.7	-68	-69	-105	-107
Total	**720.9**	**-117.9**	**-137.3**	**-265**	**-308**	**-163**	**-190**

1) Calculated with 445,529,136 inhabitants in 2017 (Table 27)

Conclusions and recommendations

The study is a comprehensive investigation with regard to both the waste flows and the GHG balancing. About 25 scenarios and sensitivities were calculated for the EU. The data on waste generation and treatment were determined at member state level. The GHG balancing was carried out for the individual waste fractions for each of the four waste types (MSW, Food waste, C&I, C&D). Country-specific data were included as far as possible for the different balance areas. For Germany, a separate detailed study was carried out. However, it has to be noted that a relevant data uncertainty remains and the results especially for food waste, C&I waste and C&D waste are to be understood as orienting. Regardless of this, important findings could be obtained, and the complex relationships and opposing influences on the GHG balance analysed.

With regard to the GHG mitigation potential the main findings are:

- The study shows that in the EU27 MSW has by far the largest GHG mitigation potential. The low net saving potential in 2017 of -3.5 million tons CO_2eq can be increased by a factor 8 to about -30 million tons CO_2eq in the lead scenario 2030 mainly through diversion of MSW from landfill and increased separate collection for recycling. For 2017 the overall GHG emission from landfilling of residual MSW is about 13.5 million tons CO_2eq in Cluster 1 and 13 million tons CO_2eq in Cluster 2. In the lead scenario these emissions are cut down to zero in Cluster 2, and to about 4 million tons CO_2eq in Cluster 1, which demonstrates the high

relevance of diversion from landfill and that this significantly shapes the GHG mitigation potential in the EU27 for MSW. In addition, this shows that a further 4 million tons CO_2eq could be mitigated if MSW landfilling would be also stopped completely in Cluster 1 by 2030. To achieve the GHG mitigation potential the following aspects should be considered:

- Support for those EU Member States, which still landfill residual MSW. Landfilling of untreated MSW should be stopped completely and as soon as possible. Derogation periods should be avoided.
- Financial measures like a landfill fee or funding seem most promising options to support diversion from landfill.

► The model-theoretical scenario with home composting in the RC rate indicates how a low level of ambition in separate collection and recycling decreases the emission savings potentials. From the climate protection point of view, it is important not to be content with a low ambition level.

► The lead scenario 2030 (WFD) calculated in this study assumes a high ambition level with regard to implementing separate collection and of alternative treatment capacities needed. Here, politics is called upon to identify and implement supporting measures together with the waste management actors. The waste management associations proposed in the interview a regulatory framework with regard to need of outlets for the separately collected dry recyclables, public (financial) support for separate collection and treatment options for rejects. From the point of view of the authors of this study most relevant aspects and ideas for improvement are:

- Support for the organisation and infrastructure of separate collection and the development of treatment capacities especially for organic waste. Anaerobic digestion, the combined material and energy use of organic waste, should be preferred, suitability given. Support, especially for Cluster 1 countries, in analysing the composition of the residual MSW and identifying suitable options for the treatment of organic waste.
- Incentives for citizens to increase separate collection of organic waste while sustaining low impurities, such as a cost-free, adequate collection system and frequency, accompanied by public relation campaigns.
- An ambitious increase in separate collection for dry recyclables from MSW also needs supportive measures for knowledge improvement. As base data is key to proper planning most relevant initial measures are analysis of the current situation, investigations to optimise the collection systems and pilot projects.

► For C&I and C&D waste, the orienting GHG results show that, from a climate protection perspective, it is mainly metals (and thereof ferrous metals) that define the net emission saving potential. For C&I waste, further on, dry recyclables, wood and organic waste also offer net emission savings potentials. The main mass, mineral and other inert waste types, have only minor GHG effects. In general, the data base is insufficient, especially for C&I waste with the large variety of waste types, and the data gaps on treatment. In order to determine the climate protection potentials from C&I and C&D waste, it is recommended for future studies to focus on the GHG-relevant waste types, mainly the metals. Information is needed on type and quality of the metals for C&I waste, and the potential of metals in the mineral waste fraction for C&D waste. Furthermore, for C&I waste, waste streams should be kept in focus that are also thermally treated (especially plastics).

► Thermal waste treatment is vital for a functional waste management system, as it eliminates the non-recyclable and more contaminated parts of MSW, C&I and C&D wastes. In this

function it is essential for a circular economy. The contribution to climate protection through the assumed increased net efficiency for 2030 in this study is no self-fulfilling scenario. For thermal treatment plants as well as for biomass power plants, possibilities to increase net efficiency would need to be further examined and their implementation supported. For example, the implementation or expansion of local and district heating networks can help to increase heat utilisation. The co-incineration of refuse-derived fuels in cement kilns offers a relevant – and, compared to thermal treatment, higher – contribution to climate protection as long as coal may still be used as a regular fuel, which can be substituted by RDF. In this respect, it is also important to support MBT plants in optimisation efforts such as mitigating GHG emissions from biological treatment or increase of efficiency.

- Waste prevention as shown for food waste is highly relevant and can contribute significantly to climate protection. With food waste prevention the primary production of foods is avoided, which is combined with much higher GHG emissions than the savings potentials which can be derived from treatment of food waste. For the EU27, the assumed prevention of 50 % or about 5.2 million tons of MSW food waste leads to a net emission savings potential that is higher by a factor 3 compared to the lead scenario 2030. In case of Cluster 1, where a 30 % reduction of MSW food waste was assumed (about 200,000 tons), the net emission savings potential would be 2 times higher than in the lead scenario. The calculated GHG emission savings potential through food waste prevention are sufficiently valid for Germany, where data are available for both the MSW food waste composition and the GHG impact for its production. For the EU countries similar studies are to be recommended for MSW food waste composition based on which a prevention factors can be derived as for Germany.

The most relevant findings and recommendations from the study regarding the data on waste at EU level are:

- The data collection under the WStatR should be further developed conceptually, especially with regard to a better linking of the data on generation and treatment and a more complete representation of waste treatment, e.g. the inclusion of pre-treatment operations in the data collection.

- Sorting analyses of the residual waste are generally a prerequisite in order to be able to identify the potential for increasing separate collection and recycling. This applies to all EU Member States. Representative waste analyses on national level are necessary to allow a better understanding of not only the recycling and collection, but especially the climate mitigation potentials. Even in Germany, where a comprehensive household waste analysis has been carried out to improve the data base on MSW considerably, there is still a lack of information on the composition of commercial MSW and bulky waste.

Finally, it is recommended that future investigations into the circular economy should also consider the environmental impact of resource conservation in addition to GHG emissions. As more measures are implemented in order to achieve the goal of zero emissions and avert the climate catastrophe, simultaneously the climate protection potentials diminish, and GHG balances will become zero. However, the goal of climate neutrality is not only accompanied by decreasing potential climate protection contributions, but conversely also by a demand for raw materials, especially for renewable energy production plants. This should be kept in view. The aspect of resource conservation is essentially linked to the circular economy. In future projects, it should first be determined which areas and/or resources are relevant for an investigation of resource conservation and how these should be evaluated.

1 Einleitung und Untersuchungsrahmen

Der vorliegende Teilbericht EU dokumentiert die Arbeiten und Ergebnisse des Projektes "Klimaschutzpotenziale in der Kreislaufwirtschaft – Deutschland, EU"[13] für die EU. Er beschreibt das methodische Vorgehen bei der Datenerhebung, die Grundlagen für die Bilanzierung sowie die Ergebnisse und Empfehlungen aus der Untersuchung. Die Ergebnisse für Deutschland sind in einem separaten Teilbericht veröffentlicht ("Teilbericht Deutschland").

Die beiden Teilberichten beschreiben die abfallwirtschaftliche Situation jeweils untergliedert nach den folgenden Abfallarten:

- Siedlungsabfälle (SiAbf)
- Lebensmittelabfälle (LMA, Sonderbilanzraum)
- Produktions- und Gewerbeabfälle (P&G)
- Bau- und Abbruchabfälle (B&A)

Für jede Abfallart wurde eine eigene Mengenerhebung und Treibhausgas (THG)-Bilanzierung durchgeführt. Methodisch bilden die Bilanzräume für Siedlungsabfälle, Produktions- und Gewerbeabfälle sowie Bau- und Abbruchabfälle komplementäre Bilanzen, während die Lebensmittelabfälle als Sonderbilanzraum untersucht wurden. Dieser umfasst Lebensmittelabfälle aus dem Siedlungsabfallbereich und dem Bereich der Produktions- und Gewerbeabfälle.

Für Siedlungsabfälle und Lebensmittelabfälle sind detaillierte THG-Bilanzen abgebildet, während für P&G- und B&A-Abfälle überschlägige Betrachtungen vorgenommen wurden. Für Siedlungsabfälle und Lebensmittelabfälle ist die Ist-Situation im Basisjahr 2017 für Deutschland, die EU27, die frühere EU28 (einschließlich des Vereinigten Königreichs) und für zwei aus den EU-Mitgliedstaaten definierte Cluster untersucht. Für P&G- und B&A-Abfälle beschränkt sich die Untersuchung auf Deutschland und die EU27. Künftige THG-Minderungspotenziale für das Zieljahr 2030 sind für Siedlungsabfälle und Lebensmittelabfälle mit je zwei Szenarien für Deutschland, die EU27 und die beiden EU-Cluster umfassender analysiert. Für P&G- und B&A-Abfälle sind es zwei Szenarien für Deutschland und ein Szenario für die EU27.

Für die Herkunftsbereiche P&G-, B&A-Abfälle und den Sonderbilanzraum Lebensmittelabfälle bestehen mitunter erhebliche Datenunsicherheiten. In vielen Fällen weisen die Statistiken – auch der EAV-Schlüssel der deutschen Statistik – Abfallarten aus, bei denen die Bezeichnung nur vage Anhaltspunkte über die Art des Abfalls gibt. Besonders schwierig ist die Beurteilung bei den von Eurostat abgeleiteten P&G-Abfällen, da der Europäische Abfallkatalog der Statistik (EAK-Stat-Schlüssel) mitunter eine Vielzahl von Schlüsseln nach dem Europäischen Abfallverzeichnis[14] (EAV-Schlüssel) enthält. Trotz der Eingrenzung und Interpretation über die deutsche Statistik anhand der EAV-Schlüssel gibt es immer noch Abfallfraktionen, die nur sehr grob geschätzt werden können. Aber auch bei den Ausbeuten für die getrennt erfassten Abfallfraktionen, wie Metalle und Kunststoffe, mussten Annahmen getroffen werden. Auch für Lebensmittelabfälle, die hauptsächlich einer Vergärung zugeführt werden, können Kenndaten manchmal nur grob geschätzt werden. Daher sind die THG-Ergebnisse für P&G- und B&A-Abfälle und für den Sonderbilanzraum Lebensmittelabfälle (aus P&G-Abfällen) als orientierende Ergebnisse zu verstehen.

[13] Langtitel: Ermittlung von Klimaschutzpotenzialen in der Kreislaufwirtschaft für Deutschland und die EU als Beitrag zur Erreichung der Ziele der nationalen und internationalen Klimaschutzverpflichtungen

[14] Beschluss 2014/98/EG der Kommission zur Änderung der Entscheidung 2000/532/EG über das Abfallverzeichnis.

2 Hintergrund und Ziele

Klimaschutz ist eine der größten globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Mit dem Pariser Abkommen vom Dezember 2015 haben sich die Mitgliedstaaten in Nachfolge des Kyoto-Protokolls verpflichtet, die anthropogenen THG-Emissionen zu reduzieren und die globale Erwärmung auf deutlich unter 2°C gegenüber dem vorindustriellen Werten zu beschränken. Dazu sind eingehende Anstrengungen notwendig über alle klimarelevanten Sektoren und Quellgruppen hinweg, so auch im Abfallbereich.

Der Sektor Abfall ist gemäß den allgemeinen Berichterstattungspflichten des Kyoto-Protokolls auf direkte und nicht-energetische THG-Emissionen beschränkt, um eine Doppelbericht-erstattung zu vermeiden. Dadurch bildet sich der Beitrag der Abfallwirtschaft hauptsächlich durch die Abkehr von der Deponierung ab. Dies beinhaltet jedoch weder die zukünftigen THG-Emissionen aus der Deponierung noch die darüber hinaus durch die Abfallwirtschaft ausgelösten weiteren THG-Minderungspotenziale, die sich aus der stofflichen und energetischen Verwertung ergeben. Die Gesamtheit der auf diese Weise erzielten und erzielbaren Beiträge zum Klimaschutz lässt sich mit Hilfe der Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft demonstrieren, wie bereits in Vorgängerstudien gezeigt wurde (Dehoust et al. 2010; Vogt et al. 2015).

In dieser Studie wird die abfallwirtschaftliche Situation im Jahr 2017 untersucht und der potenzielle Klimaschutzbeitrag der Kreislaufwirtschaft für das Zieljahr 2030 vor dem Hintergrund der weiterentwickelten politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen aufgezeigt. Zusätzlich werden Möglichkeiten zur Einbeziehung der Vorbereitung zur Wiederverwendung und der Abfallvermeidung betrachtet.

Ziel der Studie ist es, die potenziellen Beiträge des Abfallsektors zum Klimaschutz aufzuzeigen und insbesondere darzustellen, wie die Abfallpolitik den Klimaschutz zukünftig weiter voranbringen kann. Das Projekt soll dazu beitragen, Vorgaben der national und international eingegangenen Klimaschutzverpflichtungen Deutschlands und der Europäischen Union erfüllen zu können.

3 Vorgehensweise der Mengendatenerhebung

3.1 Umfang der Datenerhebung

Für diese Studie werden die Abfallströme wie folgt definiert:

Für **feste Siedlungsabfälle** folgt die Studie der OECD/Eurostat-Definition, die die Grundlage für die jährliche Eurostat-Datenerhebung über das Aufkommen und die Behandlung von festen Siedlungsabfällen (SiAbf) bildet. Unter Siedlungsabfällen werden sowohl Abfälle aus Haushalten als auch ähnliche Abfälle aus anderen Quellen verstanden. (Die ausführliche Definition finden Sie in Anhang A.2.1). Bei der Berichterstattung an Eurostat wird diese Definition von den meisten Ländern so verstanden, dass sie auch Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE), Batterien und Akkumulatoren sowie gefährliche Abfälle einschließt, soweit sie zu Kapitel 20 der Abfallverbringungsvorschriften (Siedlungsabfälle) gehören. Das EEA-Modell (siehe Kapitel 3.2.2), das auch als Datengrundlage verwendet wird, umfasst auch diese Ströme. Für das Gesamtprojekt und die THG-Bilanzen entsprechen die betrachteten Abfallströme jedoch prinzipiell den in den vorangegangenen Studien berücksichtigten Abfallströmen (Dehoust et al. 2010; Vogt et al. 2015). Gefährliche Abfälle sind im Allgemeinen ausgeschlossen. Elektro- und Elektronik-Altgeräte sowie Batterien und Akkumulatoren wurden in den früheren Studien nicht berücksichtigt und sind auch in dieser Studie aus methodischen Gründen (Elektro- und Elektronik-Altgeräte sind ein komplexer Abfallstrom, der nicht gut dokumentiert ist) und aufgrund ihrer geringeren Massenrelevanz ausgeschlossen.

Als weiterer Aspekt werden soweit möglich quantitative Daten zur Eigenkompostierung erhoben und in den THG-Bilanzen gesondert behandelt.

Für **Lebensmittelabfälle** folgt der Umfang der Studie der Definition von Lebensmittelabfällen in der überarbeiteten Abfallrahmenrichtlinie, die besagt, dass "*Lebensmittelabfälle" alle Lebensmittel im Sinne von Artikel 2 der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates sind, die zu Abfall geworden sind*. Es wird nicht zwischen genießbaren und nicht genießbaren Lebensmittelabfällen unterschieden. Ausgenommen von dieser Studie sind Lebensmittelabfälle, die im NACE-Abschnitt A *"Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei*" anfallen. Um eine doppelte Erfassung zu vermeiden, werden außerdem Lebensmittelabfälle, die Teil von Siedlungsabfällen oder Produktions- und Gewerbeabfällen sind, abgegrenzt (siehe Kapitel 3.4).

Bau- und Abbruchabfälle sind definiert als alle nicht gefährlichen Abfallarten des Kapitels 17 des Abfallverzeichnisses (2000/532/EG), ausgenommen:

- 17 05 04 Erde und Steine mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 05 03 fallen
- 17 05 06 Baggergut mit Ausnahme desjenigen, das unter 17 05 05 fällt

Die EAV-Einträge 17 05 04 und 17 05 06 beziehen sich hauptsächlich auf Aushubabfälle, die einerseits in der Regel einen hohen Anteil am Gesamtabfallaufkommen ausmachen, andererseits aber aufgrund ihrer inerten Eigenschaften und ihres geringen organischen Anteils für die Treibhausgasemissionen nur von begrenzter Bedeutung sind. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass die Datenerfassung für nicht gefährliche Aushubabfälle in den EU-Mitgliedstaaten recht unterschiedlich ist. Der Ausschluss von Aushubabfällen erhöht daher die Vergleichbarkeit der Daten zwischen den Ländern und konzentriert die Analyse auf die klimarelevanten Fraktionen der Bau- und Abbruchabfälle.

Industrie- und Gewerbeabfälle umfassen nicht gefährliche Abfälle aus den Wirtschaftssektoren "Verarbeitendes Gewerbe" (NACE C) und "Dienstleistungssektor" (NACE-

Abschnitte G - U ohne G46.77). In Anbetracht der Tatsache, dass für Industrie- und Gewerbeabfälle nur eine grobe THG-Bilanz erstellt werden soll, wurde vereinbart, den Anwendungsbereich auf die wichtigsten Quellen von K&I-Abfällen zu beschränken und andere Wirtschaftssektoren von der Untersuchung auszuschließen. Die Untersuchung beschränkt sich außerdem auf Primärabfälle, d. h. sie schließt Abfälle aus der Abfallbehandlung (so genannte Sekundärabfälle) aus. Ähnlich wie beim Strom der festen Siedlungsabfälle wurde mit dem Umweltbundesamt vereinbart, weitere Ströme aus dem Anwendungsbereich der K&I-Abfälle auszuschließen, wie z. B. die Abfallkategorien ausrangierte Fahrzeuge (W081), ausrangierte Geräte (W08A), Batterien und Akkumulatoren (W0841) und Abfälle aus der Abwasserbehandlung wie gewöhnliche Schlämme (W11) und Schlämme aus Industrieabwässern (W032), mit Ausnahme von Schlämmen aus der Papierindustrie.

3.2 Datenquellen

Ziel der Studie ist es, die neuesten verfügbaren Daten zu verwenden, um so weit wie möglich einen einheitlichen Datensatz für alle vier Abfallströme zu erstellen, die sich auf dasselbe Bezugsjahr beziehen. Diese Anforderung war vor allem aus zwei Gründen eine Herausforderung:

- Die beiden Hauptquellen für statistische Abfalldaten auf EU-Ebene, d. h. der Datensatz für Siedlungsabfälle und die Daten der Abfallstatistikverordnung[15] (WStatR), beruhen auf unterschiedlichen Konzepten, die nur schwer miteinander in Einklang zu bringen sind (siehe Erläuterungen in den folgenden Kapiteln);
- die Häufigkeit der Datenerhebung für beide Datensätze unterscheidet sich; während die SiAbf-Daten jährlich erhoben werden, werden die WStatR-Daten nur für gerade Jahre halbjährlich gemeldet. Für Siedlungsabfälle lagen die Daten für das vereinbarte Bezugsjahr 2017 bereits zu Beginn der Studie vor, während sich die neuesten WStatR-Daten auf 2016 beziehen.

Es wurde vereinbart, die neuesten SiAbf-Daten für das Bezugsjahr 2017 zu verwenden und die WStatR-Daten für die anderen Abfallströme auf 2017 zu extrapolieren, um einen einheitlichen Datensatz für die THG-Bilanzen zu erhalten. Die Extrapolation der WStatR-Daten wird in Kapitel 3.3. beschrieben.

Zusätzlich zu den an Eurostat gemeldeten SiAbf- und WStatR-Daten mussten für die Erstellung der Basisdaten weitere Datensätze verwendet werden, insbesondere das Europäische Referenzmodell zum Aufkommen und zur Behandlung von Siedlungsabfällen (im Folgenden als EEA-Modell[16] bezeichnet).

Die entsprechenden Daten werden in Kapitel 3.2.2. beschrieben.

Tabelle 6 gibt einen Überblick über die wichtigsten Datenquellen, die für jeden der vier Abfallströme verwendet wurden. Weitere Informationen werden in den Kapiteln über die verschiedenen Abfallströme angegeben.

[15] Verordnung (EG) Nr. 2150/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2002 zur Abfallstatistik (ABl. L 332 vom 9.12.2002, S. 1, zuletzt geändert durch ABl. L 253 vom 28.9.2010, S. 2).

[16] Europäisches Referenzmodell zum Aufkommen und zur Behandlung von Siedlungsabfällen, Version 2018, erstellt von der Europäischen Umweltagentur (EEA). Die EEA war so freundlich, dem Auftragnehmer das Modell bereits im März 2019, vor der offiziellen Veröffentlichung, zur Verfügung zu stellen. Es ist jetzt bei Eionet, dem Europäischen Umweltinformations- und Umweltbeobachtungsnetz, verfügbar: https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/etc-wmge-files/eurm_mswm.zip.

Tabelle 6: Überblick über die Abfallströme und die wichtigsten Datenquellen

Abfallstrom	Datenquelle und letztes verfügbares Berichtsjahr
Feste Siedlungsabfälle	• Daten über das Aufkommen und die Behandlung von Siedlungsabfällen, Eurostat (mun_was), (2017) • EEA-Modelldaten zum Aufkommen und zur Behandlung von Siedlungsabfällen, (2015)
Lebensmittelabfälle	• WStatR-Daten zum Abfallaufkommen und zur Abfallbehandlung (env_wasgen, env_wastrt), Eurostat, (2016)
Bau- und Abbruchabfälle	• WStatR-Daten zum Abfallaufkommen und zur Abfallbehandlung (env_wasgen, env_wastrt), Eurostat (2016)
Industrie- und Gewerbeabfälle	• WStatR-Daten zum Abfallaufkommen und zur Abfallbehandlung (env_wasgen, env_wastrt), Eurostat, 2016

Die in der Tabelle aufgeführten Datensätze werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

3.2.1 An Eurostat gemeldete Daten über Siedlungsabfälle

Seit Anfang der 1990er Jahre führt Eurostat Erhebungen über europäische Abfalldaten durch, wobei der Gemeinsame Fragebogen von OECD/Eurostat als Hauptquelle dient. Ab 2004, dem ersten Berichtsjahr, wurde die Datenerhebung auf der Grundlage des Gemeinsamen Fragebogens im Prinzip durch die Verordnung (EG) Nr. 2150/2002 zur Abfallstatistik ersetzt. Um die Zeitreihen aufrechtzuerhalten und konsistente Daten in einem internationalen Kontext außerhalb der EU (OECD, UN) anzubieten, wurde der folgende Satz von Variablen (EUROSTAT / OECD 2018) zu Siedlungsabfällen weiterhin jährlich auf der Grundlage einer Teilmenge des Gemeinsamen Fragebogens von OECD/Eurostat erhoben.

- **Anfallende Siedlungsabfälle**
  - *(a) nach Quelle*
    - *Von Haushalten erzeugte Abfälle*
    - *Abfälle aus anderen Quellen*
  - *(b) nach Abfallart*
    - *Aufkommen von Haushalts- und ähnlichen Abfällen*
    - *Aufkommen von Sperrmüll*
    - *Aufkommen von Elektro- und Elektronik-Altgeräten*
- **Behandelte Siedlungsabfälle insgesamt**
  - *Verwertung*
    - **Stoffliche Verwertung (R2 - R11, ohne einen Teil von R3)**
    - **Kompostierung und Vergärung (Teil von R3)**
    - **energetische Verwertung (R1)**
    - *Sonstige Verwertung*
  - *Beseitigung*
    - **Verbrennung (D10)**
    - **Deponierung (D1-D7, D12)**
    - *Sonstige Beseitigung*
- **Verbrennung insgesamt (R1 + D10)**
- **Abdeckung des kommunalen Abfallsammelsystems**

Die von den EU-Mitgliedstaaten erhobenen Hauptvariablen sind **fett** gedruckt und betreffen das Aufkommen an Siedlungsabfällen und die Behandlung von Siedlungsabfällen durch Deponierung, Verbrennung (mit oder ohne Energierückgewinnung), Recycling und

Kompostierung (einschließlich Vergärung). Zusätzlich zu den Daten über die Abfallmengen geben die Länder den prozentualen Anteil ihrer Bevölkerung an, der an ein kommunales Abfallsammelsystem angeschlossen ist. Für Gebiete, die nicht an ein kommunales Abfallsammelsystem angeschlossen sind, wird das Abfallaufkommen geschätzt[17] .

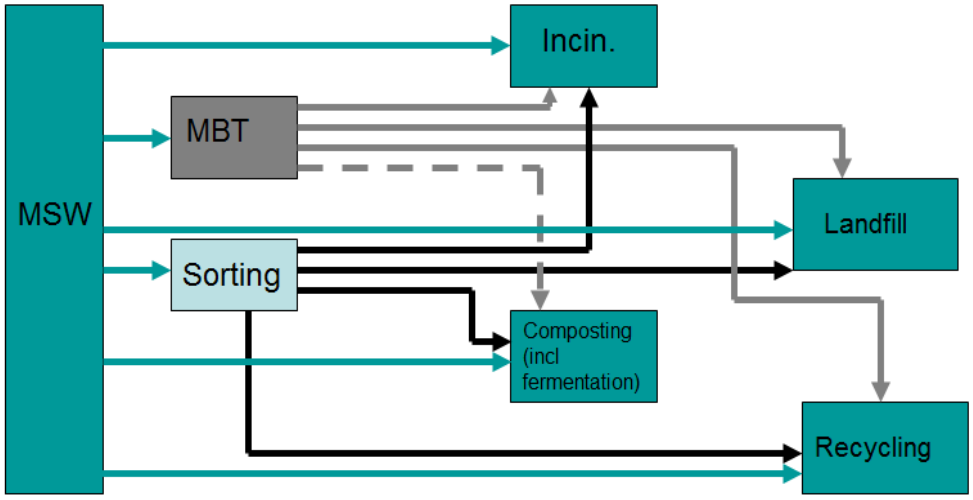
Die kursiv gedruckten Variablen sind OECD-Variablen. Die EU-Mitgliedstaaten sind nicht verpflichtet, sie zu melden, aber viele Länder melden sie freiwillig.

Das Aufkommen an Siedlungsabfällen basiert nach wie vor auf den Definitionen für den Abschnitt über Abfälle im Gemeinsamen Fragebogen von OECD/Eurostat, obwohl viele Länder eine materialbasierte Erfassung nach den Abfallcodes von Kapitel 20 (Siedlungsabfälle) und 1501 (Verpackungsabfälle) verwenden. Die Definition und der Erfassungsbereich nach Abfallcodes, wie sie im Eurostat-Leitfaden für die Berichterstattung über Siedlungsabfälle veröffentlicht sind, werden in Anhang A.2.1. beschrieben.

Aus der Liste der Variablen geht hervor, dass keine weitere Aufschlüsselung nach den erfassten Abfallstoffen (organische Stoffe, Glas, Papier, Kunststoff, Metalle usw.) gemeldet wird.

Es ist wichtig zu beachten, dass der Ansatz zur Berichterstattung über die Abfallbehandlung darauf abzielt, Daten über den "Letztverbleib" von Siedlungsabfällen zu erfassen. Dieser Ansatz wird in der folgenden Abbildung 5 veranschaulicht.

Abbildung 5: Optionen für die Behandlung fester Siedlungsabfälle



Quelle: (EUROSTAT / OECD 2018).

Abbildung 5 zeigt die Elemente eines Systems zur Siedlungsabfallbehandlung und veranschaulicht den Umfang der Berichterstattung durch die dunkelgrün schattierten Kästchen, d. h. die Kästchen MBA (mechanisch-biologische Behandlung) und Sortierung sind nicht an Eurostat zu melden. Stattdessen sind die Ergebnisse dieser Verfahren zusammen mit den Mengen zu melden, die direkt durch die vier Verfahren Verbrennung (Incin.), Deponie, Recycling und Kompostierung/Vergärung verwaltet werden.

Dieser Ansatz hat in der Praxis seine Grenzen, da er in Ländern mit einer großen Zahl von Behandlungsanlagen und einem System zur Siedlungsabfallbehandlung mit komplexen Behandlungsketten nur schwer umzusetzen ist. Infolgedessen sind die an Eurostat gemeldeten

[17] Dies betrifft 5 Länder der EU28: Rumänien (88 %), Estland (95 %), Litauen und Kroatien (beide 99 %) und Irland (keine Angaben).

Daten oft eine Mischung aus dem Letztverbleibsansatz und der Meldung der Erstbehandlung. Darüber hinaus halten sich einige Länder nicht an den Leitfaden und melden die von der organischen Einheit von MBAs im Rahmen der Kompostierung behandelten Mengen.

Folglich können die an Eurostat gemeldeten Daten, die zwar die beste verfügbare Quelle für die Menge der erzeugten Siedlungsabfälle sind, nicht direkt für die Treibhausgasbilanzen verwendet werden. Dies betrifft die Art und Weise, wie die Behandlung von Siedlungsabfällen gemeldet wird, sowie das Fehlen einer Aufschlüsselung der oben genannten Abfallstoffe.

3.2.2 Daten über Siedlungsabfälle aus dem EEA-Modell

Das Europäische Referenzmodell zum Aufkommen und zur Behandlung von Siedlungsabfällen (EEA 2018a) zielt darauf ab, die Bewertung der Leistung der Systeme zur Siedlungsabfallbehandlung in den Mitgliedstaaten zu unterstützen und zu zeigen, wie sie in Zukunft voraussichtlich funktionieren werden. Das Modell kann als Instrument für den Vergleich verschiedener zukünftiger politischer Szenarien aus einer breiten Perspektive dienen, die sowohl finanzielle als auch ökologische Aspekte umfasst. Darüber hinaus soll es als Instrument für das von der Europäischen Kommission im Rahmen ihres Pakets zur Kreislaufwirtschaft aus dem Jahr 2015 vorgeschlagene Frühwarnsystem verwendet werden, mit dem die Länder ermittelt werden sollen, die Gefahr laufen, die Ziele der Europäischen Union für das Recycling von festen Siedlungsabfällen und Verpackungsabfällen sowie die Ziele für die Abfallvermeidung auf Deponien zu verfehlen. Die Geschichte der Entwicklung des Modells und die wichtigsten Funktionen werden im Anhang näher beschrieben A.2.3.

Das EEA-Modell ist ein Excel-Tool, das von Eunomia Research & Consulting Ltd. in Zusammenarbeit mit dem Copenhagen Resource Institute entwickelt wurde. Beide Unternehmen waren auch maßgeblich an der Datenerhebung für das Modell beteiligt. Es wurden zwei große Datenerhebungsrunden durchgeführt, die die Daten für 2010 und 2015 abdeckten.

Der Teil des Modells, der als Datenquelle für diese Studie verwendet wird, ist das Massenstrommodell, das hier kurz beschrieben wird. Die von den Ländern für das Massenstrommodell erhobenen Daten umfassen die folgenden Parameter:

- Abfallaufkommen 2010, 2015 und Prognosen für 2020, 2025, 2030 und 2035,
- Gesamtzusammensetzung der festen Siedlungsabfälle 2010 und 2015 (die Zusammensetzungen für 2017 sind im Modell gleich denen von 2015),
- Aufschlüsselung in % für die direkte Behandlung von Restmüll durch Deponierung, Verbrennung und MBA und Prognose dieser Aufschlüsselung für 2020, 2025, 2030 und 2035,
- Getrennt gesammelte Mengen an trockenen Wertstoffen und organischen Abfällen 2010 und 2015, und
- Aufschlüsselung der verschiedenen Behandlungstechnologien für 2010, 2015 und Prognosen für 2020, 2025, 2030 und 2035 für MBA (5 Arten), Verbrennung (4 Arten), aerobe Behandlung (2 Arten), anaerobe Behandlung (5 Arten).

Drei große Berichte behandeln die von den Ländern gesammelten Daten, die als Grundlage für die vom Modell verfügbaren Szenarien dienen.

- Der Grundlagenbericht von Eunomia /CRI über die erste Datenerhebung und den Aufbau des Modells vom Februar 2014 (Gibbs / Elliott / Vergunst / et al. 2014a)
- Der Baseline-Bericht von Eunomia/CRI im Rahmen der Weiterentwicklung des Modells vom Mai 2015 (Hogg et al. 2015) und

- Der Bericht über die Aktualisierung der Ausgangsdaten im April 2018 (D. D. Hogg et al. 2018).

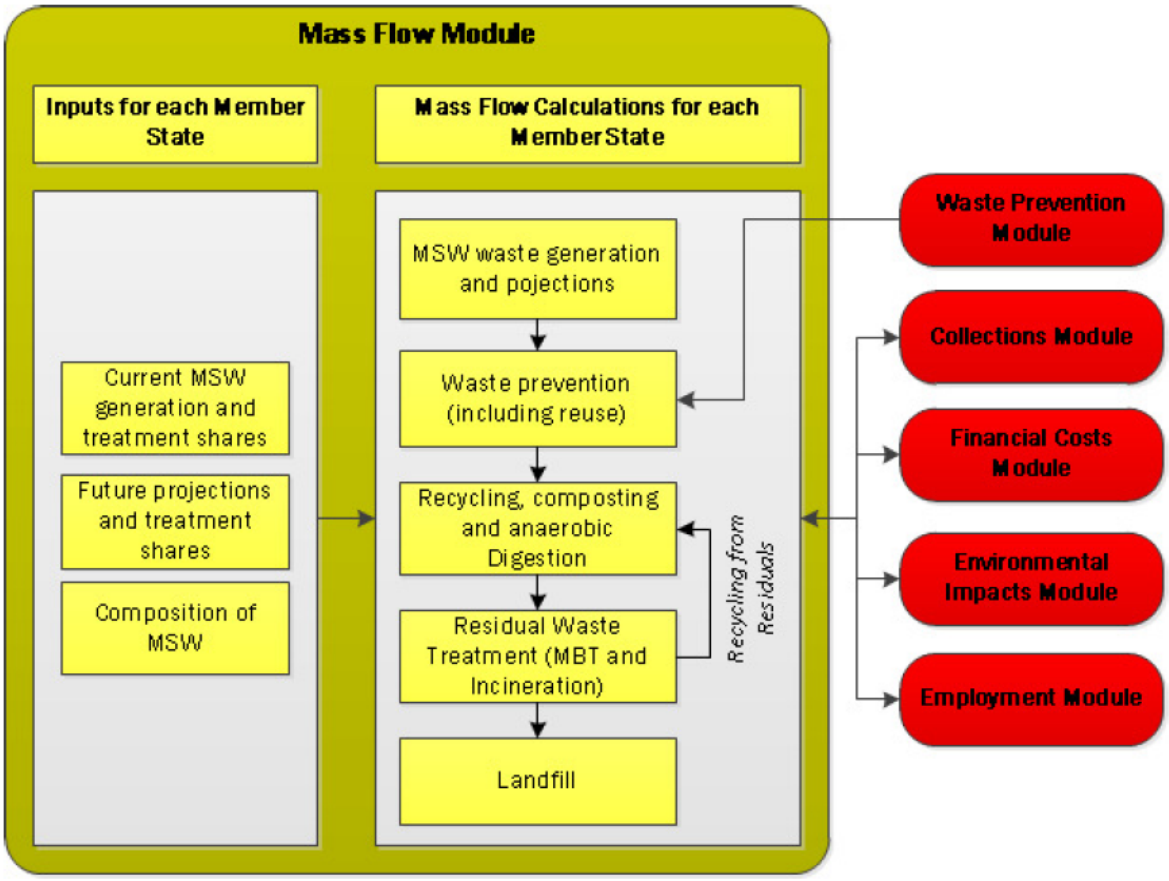
Das Basisszenario ist wie folgt definiert (EEA 2018b):

Das Basisszenario stellt eine Expertenmeinung für das zukünftige Aufkommen und die Systeme zur Siedlungsabfallbehandlung in jedem Mitgliedstaat dar. Dieses Szenario stellt eine kritische Betrachtung der Auswirkungen bekannter politischer Maßnahmen und geplanter Abfallbehandlungskapazitäten dar, wie sie von den Mitgliedstaaten im Rahmen dieses Projekts mitgeteilt wurden. Das Szenario stellt also eine mögliche zukünftige Entwicklung dar, die zwangsläufig unsicher ist. Es wird als einer von mehreren möglichen Faktoren verwendet, die dazu beitragen, ein potenzielles Risiko für das Nichterreichen der Zielvorgaben für das Recycling zu ermitteln, und somit eine Grundlage für den Dialog bilden.

Es wurde beschlossen, dass das Basisszenario für diese Studie am sinnvollsten ist und die aus dem Modell gewonnenen Informationen mit den tatsächlich an Eurostat gemeldeten Daten kombiniert werden sollten (zusammen mit der großen Menge an verfügbaren Metadaten, einschließlich Qualitätsberichten, die im Laufe der Jahre bei der Validierung der Daten gesammelt wurden).

Um die beiden Quellen zu kombinieren, müssen die Unterschiede in den Ansätzen berücksichtigt werden. Der Hauptunterschied ist die Art und Weise, wie die Behandlung von Siedlungsabfällen erfasst wird. Das EEA-Modell folgt dem Massenstromansatz, der in Abbildung 6 gezeigt wird.

Abbildung 6: Konzept des Massenstrommodells aus dem EEA-Modell für Siedlungsabfälle



Quelle: (Gibbs et al 2014b)

Der Ansatz lässt sich kurz wie folgt zusammenfassen:

1. Die Aufkommensmenge (projiziert bis 2035) in 1.000 Tonnen für jedes Land und jedes Jahr wird mit der Gesamtzusammensetzung nach Materialien in % (ebenfalls im Modell bis 2035 festgelegt) multipliziert, was die **erzeugten Mengen in 1.000 Tonnen** für jedes Material, Land und Jahr ergibt;
2. Aus den getrennt gesammelten Mengen (trockene Wertstoffe und Organikabfälle), die von den Ländern bis 2015 bereitgestellt wurden (bzw. für 2016 und später auf der Grundlage der Prognosen der Länder fortgeschrieben wurden), werden die **Erfassungsquoten in %** für jedes Material berechnet und im Modell für die gesamte Reihe 2010 bis 2035 für jedes Land festgehalten;
3. Für jedes Material, jedes Jahr und jedes Land werden die Erfassungsquoten für die getrennte Sammlung dann mit den Mengen aus Schritt 1 multipliziert, was die **getrennt gesammelten Mengen an trockenen Wertstoffen und organischen Abfällen nach Materialien in 1.000 Tonnen** ergibt;
4. Die getrennt gesammelten Mengen nach Stoffen aus Schritt 3 werden dann von den in Schritt 1 (Aufkommen nach Stoffen) berechneten Mengen abgezogen, was die **Mengen nach Stoffen in 1.000 Tonnen** ergibt**, die im Restmüll enthalten sind**, der als gemischt gesammelt für eine direkte Behandlung durch MBA, Verbrennung oder Deponierung definiert ist;
5. Dann geht das Modell weiter und berechnet die **Mengen in 1.000 Tonnen der ersten Behandlung** um
   a. Multiplikation der Mengen in 1.000 Tonnen der Materialien im Restmüll mit dem Behandlungsanteil in % der direkten MBA (5 Arten), Verbrennung (4 Arten) oder Deponierung, was die jeweiligen **Mengen in 1.000 Tonnen für jedes Material und jede Behandlungsart** ergibt; und
   b. Multiplikation der getrennt gesammelten Mengen an organischen Abfällen aus Schritt 3 mit den Behandlungssplits in % für aerobe (2 Typen)/anaerobe (5 Typen) Behandlungsanlagen, was die jeweiligen **Mengen in 1.000 Tonnen für jedes organische Material und jeden Behandlungstyp** ergibt.

Nach diesen fünf Schritten wird die **erste Behandlung** der gesamten erzeugten Menge nach Materialien berechnet. Die nächsten Schritte beziehen sich dann auf die Bestimmung der Mengen des **Letztverbleibs** (Outputberechnung) wie folgt:

1. Multiplikation aller getrennt gesammelten Materialien aus dem obigen Schritt 3 mit stoff- und länderspezifischen Störstoffanteilen (ebenfalls bis 2035 verfügbar), woraus sich die **verwerteten Mengen (einschließlich biologischer Behandlung) in 1.000 Tonnen** und die **Rückstandsmengen in 1.000 Tonnen** ergeben;
2. Multiplikation der Rückstände aus Schritt 1 mit der prozentualen Aufteilung der Behandlung in Verbrennung und Deponierung, um die Rückstandsmengen nach Material in 1.000 Tonnen zu erhalten, die deponiert oder verbrannt werden (4 Arten);[18]
3. Multiplikation der stoff- und MBA-spezifischen Anteile in % bezüglich des Letztverbleibs des MBA-Inputs in 1.000 Tonnen, woraus sich die Mengen in 1.000 Tonnen nach Stoffen und Behandlungsarten (Deponierung, energetische Verwertung, Recycling, Bodenbehandlung und Verluste) ergeben;

[18] Das Modell geht davon aus, dass für die Rückstände keine weitere MBA-Behandlung stattfindet, und berechnet die Aufteilung in Deponie und Verbrennung aus der Gesamtaufteilung von Schritt 5 a. Beispiel: 10 % Deponie, 40 % Verbrennung und 50 % MBA (für die direkte Behandlung von Rückständen) ergeben 20 % Deponie (10 %/(10 %+40 %)) und 80 % Verbrennung (40 %/(10 %+40 %)).

4. Berechnung der Letztverbleibe für Deponie, Verbrennung und Recycling durch Addition der Ergebnisse der ersten Behandlung und des Verbleibs der Outputs.

Das Modell weist eine umfangreiche Aufschlüsselung der Materialien auf, aber für die meisten der detaillierten Fraktionen liegen keine Daten vor. Lässt man alle Fraktionen außer Acht, für die es keine Daten für eines der 28 Länder gibt, bleiben die folgenden 16 Hauptfraktionen übrig:

Lebensmittel, Grünabfälle, andere Bioabfälle, Holz, Papier / Pappe, Textilien, Glas, Metalle, Kunststoffe, *Elektro- und Elektronikaltgeräte*, *Bauschutt und Erde, Batterien und Akkumulatoren, gefährliche Abfälle (ohne Elektro- und Elektronikaltgeräte)*, Feinmüll, Inertstoffe, Sonstiges

Die beiden großen Abfallströme **Restmüll** und **getrennt gesammelte** Fraktionen werden beide in diese Materialien unterteilt. Der Strom andere Bioabfälle wurde im Modell verwendet, wenn bei der Datenerfassung nicht klar war, zu welcher Position das organische Material gehört (ähnlich wie bei der EAK-Stat W063 - Metallabfälle, eisenhaltig und nichteisenhaltig). Dieser Strom kommt in 11 Ländern vor und es wurde daher beschlossen, ihn in den Berechnungen getrennt zu halten.

Aus dem Modellkonzept lässt sich leicht ableiten, dass bestimmte Abfallströme, wie z. B. gemischte Siedlungsabfälle (EAV 20 03 01) oder Sperrmüll (EAV 20 03 07), nicht mehr eindeutig identifiziert werden können. Daher ist eine Aufschlüsselung nach diesen Abfallkategorien nicht möglich. Im Modell würde Sperrmüll, der für die Sperrmüllsortierung gesammelt wird, in der für das Recycling getrennt gesammelten Fraktion erscheinen, während Sperrmüll, der ausschließlich für die Verbrennung oder Deponierung gesammelt wird, unter Restmüll erscheint. Daher unterscheidet das Modell die Abfallströme hauptsächlich nach ihrem Bestimmungsort.

Aus den Beschreibungen des Modells und den Eurostat-Daten wird deutlich, dass die Ergebnisse des Modells für das Jahr 2017 aufgrund der folgenden Effekte nicht mit den an Eurostat gemeldeten Werten übereinstimmen:

- Alle wichtigen Werte (Abfallaufkommen, Erfassungsquoten, Behandlungssplits) werden für den Zeitraum 2015 bis 2017 hochgerechnet;
- Die an Eurostat gemeldeten Behandlungsdaten sollten auf der endgültigen Behandlung beruhen, aber diese Anforderung wird häufig nicht erfüllt (z. B. die von Deutschland gemeldete Erstbehandlung);
- Die Eurostat-Daten enthalten viele Ausnahmen, bei denen Anteile in bestimmten Behandlungsvariablen "versteckt" sind, die schwer zu quantifizieren sind (oder in der Vergangenheit durch Anfragen an die Länder quantifiziert wurden); Beispiele hierfür sind
  - MBA-Mengen, die der Kompostierung oder dem Recycling zugeführt werden,
  - Die Verwertung auf Deponien ist im Recycling enthalten,
  - Abfälle aus der Sortierung/organischen Behandlung werden dem Recycling/Kompostierung zugeführt,
  - In der Kompostierung enthaltene selbst kompostierte Mengen.[19]

[19] Vier Länder gaben an, dass sie die Eigenkompostierung in die an Eurostat gemeldeten Daten aufnehmen (Finnland, Italien, Griechenland und Rumänien). Finnland und Griechenland melden die Mengen unter "Kompostierung/Verdauung" und haben Beträge angegeben. Italien meldet die Zahl unter "sonstige Verwertung", und Rumänien hat keine klaren Angaben gemacht. Für weitere Informationen über die Eigenkompostierung siehe Kapitel 5.2.3.1

Aus diesem Grund musste eine Methode entwickelt werden, die versucht, das Beste aus jeder Datenquelle herauszuholen und diese auf bestmögliche und machbare Weise zu kombinieren. Diese Methode wird in Kapitel 5.1 beschrieben.

3.2.3 Auf der Grundlage der Abfallstatistikverordnung (WStatR) erhobene Daten

Rechtsgrundlage für die EU-Abfallstatistik ist die *Verordnung (EG) Nr. 2150/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2002 zur Abfallstatistik*[20] , die üblicherweise als Abfallstatistikverordnung (WStatR) bezeichnet wird.

Die WStatR-Daten decken das Aufkommen und die Behandlung aller Abfälle in den EU-Mitgliedstaaten ab, d. h. die Daten umfassen:

- alle Abfälle, die in den Anwendungsbereich der Abfallrahmenrichtlinie fallen, und
- Abfälle aus allen Quellen, d. h. Abfälle aller Wirtschaftszweige (einschließlich Abfälle aus der Abfallbehandlung) sowie Abfälle aus Haushalten.

Daher spiegeln die WStatR-Daten das gesamte Abfallaufkommen und die Abfallbehandlung in der EU wider und werden als Daenbasis verwendet.

WStatR-Daten werden jedes zweite Jahr erhoben zu:

- Abfallaufkommen (env_wasgen[21])
- Abfallbehandlung (env_wastrt)
- Anzahl und Kapazität der Abfallbehandlungsanlagen (env_wasfac)

<u>Klassifizierung der Abfälle:</u>

Die Abfalldaten werden gemäß der **Europäischen Abfallklassifikation für die Statistik (EAK-Stat Version 4)** erhoben. Der EAK-Stat basiert auf dem Europäischen Abfallverzeichnis (EAV) und stellt eine stoffbezogene Aggregation der sechsstelligen EAV-Einträge dar. Jeder EAK-Stat-Schlüssel wird somit durch die zugeordneten EAV-Einträge definiert. Jeder EAV-Eintrag ist genau einem EAK-Stat-Schlüssel zugeordnet, so dass die nach dem EAV erhobenen Daten leicht in EAK-Stat-Schlüssel umgerechnet werden können (aber nicht umgekehrt). Die Zuordnung der EAV-Einträge zum EAK-Stat ist in der Äquivalenztabelle in Anhang III der Abfallstatistikverordnung festgelegt.

Das Abfallaufkommen und die Abfallbehandlung sind in 51 EAK-Stat-Schlüssel unterteilt, von denen 30 Schlüssel nicht gefährliche und 21 Schlüssel gefährliche Abfälle sind.

<u>Abfallaufkommen und -herkunft</u>

Die Daten über das Abfallaufkommen werden nach 19 Herkunftssektoren untergliedert (18 Wirtschaftszweige, die alle Wirtschaftszweige gemäß der NACE Rev. 2 abdecken, und Haushalte). Die Aufkommensdaten umfassen Primär- und Sekundärabfälle und spiegeln somit die Bruttomengen wider. Eine vereinfachte Version des WStatR-Meldeformats ist dargestellt in Tabelle 153 in Anhang A.8.

<u>Abfallbehandlung</u>

Die Daten über die Abfallbehandlung sind in sechs Behandlungskategorien unterteilt, die durch die in den Anhängen I und II der Abfallrahmenrichtlinie aufgeführten R- und D-Verfahren definiert sind (mit Ausnahme der Verfüllung, für die es kein spezifisches R-Verfahren gibt).

[20] ABl. L 332 vom 9.12.2002, S. 1, zuletzt geändert durch ABl. L 253 vom 28.9.2010, S. 2

[21] Der Begriff in Klammern gibt den Namen des Datensatzes in der Verbreitungsdatenbank von Eurostat an

Die Vorbehandlungsverfahren D8, D9, D13, D14, D15, R12 und R13 sind von der WStatR-Erhebung ausgeschlossen. Daher konzentriert sich die Datenerhebung auf den Letztverbleib von Abfällen. Das WStatR-Berichtsformat für Daten zur Abfallbehandlung ist in Tabelle 154 in Anhang A.8 abgebildet.

Im Rahmen dieses Projekts bilden die WStatR-Daten für das Abfallaufkommen und die Abfallbehandlung die Grundlage für die drei Abfallströme Produktions- und Gewerbeabfälle, Bau- und Abbruchabfälle sowie Lebensmittelabfälle aus gewerblichen und industriellen Quellen. In einem schrittweisen Ansatz werden Daten zu den drei Abfallströmen aus dieser Statistik isoliert (siehe Kapitel 3.4).

3.3 Extrapolation der WStatR-Daten für das Jahr 2017

Wie oben beschrieben, werden die WStatR-Daten als Hauptdatenquellen für die Abfallströme Lebensmittelabfälle, Bau- und Abbruchabfälle und Produktions- und Gewerbeabfälle verwendet. Die WStatR-Daten sind seit dem Bezugsjahr 2004 bis 2016 für jedes zweite (gerade) Jahr verfügbar.

Die Extrapolation des Abfallaufkommens für das Jahr 2017 wurde auf der Grundlage der vier Referenzjahre 2010 bis 2016[22] durch lineare Regression durchgeführt.

Die Extrapolation erfolgte in zwei Schritten wie folgt:

- 1. Schritt: Hochrechnung der erzeugten Gesamtmenge (TOTAL_HH), getrennt für jede EAK-Stat-Kategorie
- 2. Schritt: Verteilung des hochgerechneten Gesamtwerts für jede EAK-Stat-Kategorie nach Sektoren gemäß der sektoralen Aufschlüsselung der jeweiligen Kategorie im Bezugsjahr 2016.

Dieser Ansatz führt zu einem vollständigen Datensatz über das geschätzte Abfallaufkommen für das Jahr 2017 mit Daten, die in beiden Dimensionen der Matrix (nach Sektor, nach EAK-Stat-Kategorien) konsistent sind.

Die Plausibilität der hochgerechneten Werte wurde für alle relevanten Sektoren und EAK-Stat-Kategorien durch Betrachtung der relativen Änderung von 2016 auf 2017 (Hochrechnung) und durch eine visuelle Kontrolle der Zeitreihen überprüft. Bei signifikanten Abweichungen des hochgerechneten Wertes vom Wert im Jahr 2016 wurden die Gründe für diese Abweichung analysiert. Häufige Gründe für solche Abweichungen waren Ausreißer in den Vorjahren. Falls der hochgerechnete Wert unplausibel war (z. B. negativer Hochrechnungswert) oder den Entwicklungstrend im Land nicht korrekt widerspiegelte, wurden die Daten angepasst, indem entweder Ausreißer in den Vorjahren aus der Hochrechnung ausgeschlossen oder der Wert für 2016 als beste Schätzung für 2017 verwendet wurde.

3.4 Abgrenzung der Mengen an Siedlungsabfällen von Produktions- und Gewerbeabfälle, Bilanzen

Die zu untersuchenden Abfallströme überschneiden sich teilweise, entweder aufgrund des gewählten Umfangs der Abfallströme (Lebensmittelabfälle) oder aufgrund der unterschiedlichen Konzepte der verwendeten Datenquellen (Siedlungsabfälle gegenüber Produktions- und

[22] Die Daten von 2004 bis 2008 wurden nicht berücksichtigt, da die 2008 durchgeführte Überarbeitung der WStatR zu strukturellen Änderungen und Brüchen in den Zeitreihen der Daten für einige Abfallkategorien führt.

Gewerbeabfälle). Daher ist es wichtig, die Abfallströme klar abzugrenzen, um eine eindeutige Zuordnung der THG-Emissionen zu ermöglichen und Doppelerfassungen zu vermeiden.

3.4.1 Abgrenzung von Siedlungsabfällen und Produktions- und Gewerbeabfällen

Siedlungsabfälle umfassen hauptsächlich Abfälle aus Haushalten, aber auch Abfälle aus anderen Quellen, die in ihrer Art und Zusammensetzung dem Hausmüll ähnlich sind (siehe Anhang A.2.1). Daher kann für die Spalte „Haushalte“ in der WStatR-Matrix des Abfallaufkommens angenommen werden, dass sie für die in dieser Studie behandelten Materialien ausschließlich Siedlungsabfälle umfasst. Siedlungsabfälle aus anderen Quellen fallen vor allem in Kleinbetrieben, Gaststätten, Bürogebäuden und öffentlichen Einrichtungen an, die meist dem Dienstleistungssektor (NACE G-U) zugeordnet werden. Zu den Siedlungsabfällen können auch Abfälle aus anderen Wirtschaftszweigen gehören wie zum Beispiel "biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle" (EAV 20 01 08) oder "gemischte Siedlungsabfälle" (20 03 01), die in Unternehmen aller Sektoren anfallen.

Infolgedessen gibt es (erhebliche) Überschneidungen zwischen Siedlungsabfällen und Abfällen aus dem Dienstleistungssektor (NACE G-U) (und anderen Wirtschaftszweigen) im Hinblick auf die verschiedenen Abfallkategorien, einschließlich insbesondere getrennt gesammelter Verpackungsabfälle und anderer Wertstoffe, organischer Abfälle und gemischter Siedlungsabfälle (EAV 20 03 01). Die in der WStatR-Matrix unter Haushalten und aus dem Dienstleistungssektor (oder unter anderen Wirtschaftszweigen) gemeldeten Siedlungsabfälle müssen vom P&G-Abfallstrom abgezogen werden, um eine Doppelerfassung dieser Mengen zu vermeiden.

Die Vorgehensweise bei der Abgrenzung wird im Anhang näher beschrieben A.6.2

3.4.2 Lebensmittelabfälle: Abgrenzung von kommunalen und nichtkommunalen Lebensmittelabfällen

Lebensmittelabfälle fallen auf allen Stufen der in dieser Studie betrachteten Lebensmittelkette an, d. h. in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, im Groß- und Einzelhandel, in der Gastronomie (Restaurants, Kantinen usw.) und in Haushalten. Lebensmittelabfälle sind daher sowohl Teil der Siedlungsabfälle als auch des P&G-Abfallstroms. In den Treibhausgasbilanzen sind Lebensmittelabfälle einerseits als separater Abfallstrom, andererseits aber auch als Teil der Siedlungsabfälle und der Abfälle aus Produktion und Gewerbe zu berücksichtigen. Daher ist eine korrekte Abgrenzung zwischen Siedlungsabfällen und Nicht-Siedlungsabfällen aus dem Lebensmittelbereich erforderlich.

Dabei wurde folgender Ansatz gewählt. In einem ersten Schritt werden die kommunalen Lebensmittelabfälle auf der Grundlage der Eurostat-Daten zu Siedlungsabfällen in Kombination mit dem EEA-Modell bestimmt (siehe Kapitel 5.1). Die Berechnung liefert die Mengen an getrennt gesammelten Lebensmittelabfällen und im Restmüll enthaltenen Mengen an Lebensmittelabfällen.

In einem zweiten Schritt werden diese Ergebnisse für jedes Land mit den Ergebnissen der WStatR-basierten Schätzung der Lebensmittelabfälle nach Sektoren verglichen (siehe Kapitel 6.1.2) und auf Plausibilität geprüft. Der Vergleich basiert auf der folgenden Annahme:

Lebensmittelabfälle aus Haushalten ≤ kommunale Lebensmittelabfälle ≤ (Lebensmittelabfälle insgesamt - Lebensmittelabfälle aus der Verarbeitung)

In den Fällen, in denen gegen diese Validierungsregel verstoßen wird, werden die Gründe analysiert und Anpassungen vorgenommen.

Das Ergebnis ist ein kohärenter Datensatz, bei dem für jedes Land die Gesamtmenge der Lebensmittelabfälle entweder den Siedlungsabfällen oder den Produktions- und Gewerbeabfällen zugeordnet wird.

Um eine korrekte Abgrenzung zwischen Siedlungsabfällen und Produktions- und Gewerbeabfällen zu erreichen und die Siedlungsabfall- und WStatR-Daten abzugleichen, wurde folgender Ansatz gewählt:

- Die Menge der festen Siedlungsabfälle wird in erster Linie auf der Grundlage der Eurostat-/OECD-Daten für feste Siedlungsabfälle ermittelt und anhand von Daten/Informationen aus dem EEA-Modell in Abfallkategorien unterteilt (Einzelheiten hierzu finden Sie in der Beschreibung der Zusammenstellung von Siedlungsabfalldaten in Kapitel 5.1).

- Die Siedlungsabfalldaten werden dann mit den WStatR-Daten auf der Ebene der EAK-Stat-Schlüssel verglichen. Die relevanten Abfallkategorien sind aufgeführt in Tabelle 113 (Anhang A.2.2). Grundsätzlich sollte für jede EAK-Stat-Kategorie die folgende Regel gelten:
  SiAbf ≥ Abfall aus Haushalten (WStatR).
  Für jede EAK-Stat-Kategorie wird der Anteil der Abfälle, der über das Abfallaufkommen der Haushalte hinausgeht, anteilig von den Produktions- und Gewerbeabfällen (NACE-Abschnitte C und G-U) abgezogen.

3.5 Bestimmung von zwei EU-Clustern

Für die THG-Emissionsbilanzierung der Abfallströme "Siedlungsabfälle" und "Lebensmittelabfälle" wurden zwei Ländercluster definiert. Die beiden Cluster sollen Länder mit Nachholbedarf im Hinblick auf eine klimafreundliche Abfallwirtschaft und im Hinblick auf die abfallwirtschaftlichen Ziele der EU abdecken, die ein hohes Potenzial zur Reduzierung der THG-Emissionen im Zusammenhang mit der Abfallwirtschaft aufweisen.

Die Clusterbildung zielt darauf ab, Länder mit ähnlicher Ausgangsposition im Hinblick auf den Stand ihrer Abfallwirtschaft und / oder weitere strukturelle oder geografische Bedingungen zu gruppieren. Die Clusterbildung soll es ermöglichen, für jede der beiden Ländergruppen spezifische Empfehlungen zur Reduzierung von THG-Emissionen durch die Verbesserung ihrer Abfallwirtschaftssysteme zu entwickeln.

<u>Kriterien für die Clusterbildung</u>

Es wurden verschiedene Indikatoren und Ländermerkmale untersucht, um geeignete Kriterien für die Clusterbildung zu ermitteln. Die Indikatoren umfassen:

- die von den Mitgliedstaaten im Jahr 2017 erreichten Behandlungsquoten für Siedlungsabfälle;
- die Rechtslage der Mitgliedstaaten im Hinblick auf die Einhaltung der Recycling- und Deponieziele der Abfallrahmenrichtlinie und die entsprechenden Fristen (siehe Textbox 1);
- die EU-Bewertung der Länder, bei denen die Gefahr besteht, dass sie das 2020-Ziel für das Recycling von Siedlungsabfällen nicht erreichen (siehe Textbox 2);
- Indikatoren wie Bevölkerungsdichte, Pro-Kopf-Aufkommen an Siedlungsabfällen, Wohlstandsindikatoren (BIP, Haushaltsausgaben) und Tourismus....

Die berücksichtigten Informationen sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

Textbox 1: Fristen für die Erreichung der Recyclingziele für von Siedlungsabfällen gemäß der überarbeiteten Abfallrahmenrichtlinie

In Artikel 11 Absatz 2 Buchstaben c), d) und e) legt die geänderte Abfallrahmenrichtlinie neue Recyclingziele für die Vorbereitung zur Wiederverwendung und das Recycling von Siedlungsabfällen für die Jahre 2025 (55 %), 2030 (60 %) und 2035 (65 %) fest.

Gemäß Artikel 11 Absatz 3 kann ein Mitgliedstaat die Fristen für die Erreichung der oben genannten Zielvorgaben um bis zu fünf Jahre verschieben, sofern dieser Mitgliedstaat weniger als 20 % seiner im Jahr 2013 erzeugten Siedlungsabfälle für die Wiederverwendung aufbereitet und recycelt oder mehr als 60 % seiner Siedlungsabfälle auf Deponien abgelagert hat, wie im Gemeinsamen Fragebogen der OECD und von Eurostat angegeben.

Textbox 2: Länder, die Gefahr laufen, das Recyclingziel für Siedlungsabfälle für 2020 zu verfehlen

Am 24. September 2018 veröffentlichte die Europäische Kommission eine Bewertung, wie gut die EU-Abfallvorschriften in den EU-Mitgliedstaaten angewandt werden, und zeigt Herausforderungen und Wege in die Zukunft auf. Der Bericht gibt einen Überblick über die Fortschritte und Herausforderungen bei der Umsetzung für verschiedene Abfallströme, darunter **Siedlungsabfälle**, Bau- und Abbruchabfälle, gefährliche Abfälle, Elektro- und Elektronik-Altgeräte sowie Verpackungsabfälle.

Bei den Siedlungsabfällen wurde festgestellt, dass 14 Mitgliedstaaten Gefahr laufen, das für 2020 gesetzte Ziel von 50 % Vorbereitung zur Wiederverwendung/Recycling zu verfehlen. Für jedes dieser Länder hat die Kommission Frühwarnberichte vorgelegt, die mögliche Maßnahmen zur Verbesserung der Abfallbehandlungssysteme und zur Gewährleistung der Einhaltung des EU-Abfallrechts enthalten, wobei bewährte Verfahren aus anderen Ländern, aber auch lokale Gegebenheiten berücksichtigt werden. Zu diesen Maßnahmen gehören eine wirksamere getrennte Sammlung, um ein hochwertiges Recycling zu gewährleisten, effiziente Systeme der erweiterten Herstellerverantwortung, wirtschaftliche Instrumente wie Deponie- und Verbrennungssteuern und eine verbesserte Datenqualität.

Auf der Grundlage der Analyse wurden die beiden Cluster wie folgt definiert:

- **Cluster 1** umfasst alle Länder, die berechtigt sind, die Frist für die ARRL-Wiederverwendungs-/Recyclingziele für die Jahre 2025, 2030 und 2035 um fünf Jahre zu verschieben, weil sie 2013 eine niedrige Recyclingquote und/oder eine hohe Deponierungsquote aufwiesen. Die Gruppe umfasst **12 Länder** (siehe Tabelle 7, Spalte 1).
- **Cluster 2** umfasst alle Länder, die für 2017 eine Recyclingquote für Siedlungsabfälle meldeten, die unter oder gleich der Recyclingquote der EU27 (ohne Vereinigtes Königreich) lag und die nicht in Cluster 1 enthalten sind. Cluster 2 umfasst **8 Länder** (siehe Tabelle 7, Spalte 2).

Nicht in den beiden Clustern enthalten sind die Länder, die für 2017 eine Recyclingquote über der EU27-Quote von 47 % gemeldet haben, sowie das Vereinigte Königreich. Das Vereinigte Königreich ist nicht in Cluster 2 enthalten (obwohl es unter der Recyclingquote der EU27 liegt), da das Vereinigte Königreich die EU verlassen hat und daher nicht Gegenstand der Entwicklung von Empfehlungen ist.

Tabelle 7: Ländercluster für die Bilanzierung von Treibhausgasemissionen aus der Behandlung von Siedlungsabfällen und Lebensmittelabfällen

Cluster 1		Cluster 2	
Bulgarien	BG	Tschechische Republik	CZ
Estland	EE	Dänemark	DK
Griechenland	EL	Irland	IE
Kroatien	HR	Spanien	ES
Zypern	CY	Frankreich	FR
Lettland	LV	Portugal	PT
Litauen	LT	Finnland	FI
Ungarn	HU	Schweden	SE
Malta	MT		
Polen	PL		
Rumänien	RO		
Slowakei	SK		

Mit Ausnahme von Slowenien und der Tschechischen Republik umfasst **Cluster 1** alle Länder, die der EU erst 2004 oder später (2007 bzw. 2013) beigetreten sind. Dementsprechend hatten diese Länder weniger Zeit für die Umsetzung der EU-Abfallpolitik als die "alten" Mitgliedstaaten. Der einzige "alte" Mitgliedstaat, der zu Cluster 1 gehört, ist Griechenland. Nach der "Frühwarn"-Bewertung der EU besteht für alle Länder des Clusters 1 (außer Litauen) die Gefahr, dass sie das Wiederverwendungs-/Recyclingziel von 50 % für 2020 verfehlen.

Im Gegensatz zu Cluster 1 besteht **Cluster 2** hauptsächlich aus "alten" Mitgliedstaaten (einzige Ausnahme: Tschechische Republik). Einige dieser Länder (CZ, ES, PT) melden immer noch sehr hohe Deponieraten von 47 % oder mehr. Andererseits umfasst die Gruppe die nordischen Länder (FI, DK, SE), die sehr stark auf die Abfallverbrennung setzen und die Deponierate auf weniger als 1 % reduziert haben. Laut der EU-Frühwarnbewertung besteht für drei der acht Länder in Cluster 2 ein hohes Risiko, die Ziele für 2020 zu verfehlen.

Tabelle 8: Indikatoren für die Clusterbildung der Mitgliedstaaten

Cluster	Land	Aufkommen an Siedlungsabfällen (kg/E)	Behandlungsraten für das Berichtsjahr 2017				MS hat das Recht, die Frist für die Recyclingquote zu verlängern	MS läuft Gefahr, Recyclingziel für 2020 zu verfehlen	Bevölkerungs-dichte (Einwohner/km²)	Endverbrauchs-ausgaben der Haushalte (EUR/E)
			Recyclingrate	Deponierate	Verbrennungs-rate	Sonstige Verwertung / Beseitigung				
1	Bulgarien	435	35 %	62 %	3 %	0 %	X	X	64	4.386
	Estland	390	28 %	19 %	42 %	6 %	X	X	30	8.690
	Griechenland	504	19 %	80 %	1 %	0 %	X	X	82	11.051
	Kroatien	416	24 %	72 %	0 %	0 %	X	X	74	6.666
	Zypern	637	16 %	76 %	0 %	0 %	X	X	93	15.285
	Lettland	438	25 %	65 %	3 %	0 %	X	X	31	8.156
	Litauen	455	48 %	33 %	18 %	0 %	X		45	9.358
	Ungarn	385	35 %	48 %	16 %	0 %	X	X	107	6.041
	Malta	604	6 %	86 %	0 %	0 %	X	X	1.495	10.381
	Polen	315	34 %	42 %	24 %	0 %	X	X	124	7.084
	Rumänien	272	14 %	71 %	4 %	11 %	X	X	84	5.962
	Slowakei	378	30 %	61 %	10 %	0 %	X	X	112	8.407
2	Tschechische Republik	344	34 %	48 %	17 %	0 %			137	8.466
	Dänemark	781	46 %	1 %	53 %	0 %			137	22.969
	Irland	575	41 %	26 %	29 %	3 %			70	19.177
	Spanien	462	33 %	54 %	13 %	0 %		X	93	14.133
	Frankreich	514	43 %	22 %	36 %	0 %			106	17.819
	Portugal	487	28 %	47 %	20 %	0 %		X	113	11.875
	Finnland	510	41 %	1 %	59 %	0 %		X	18	20.971
	Schweden	452	47 %	0 %	53 %	0 %			25	20.408
verbleibende EU-Länder, die nicht zu einem Cluster gehören	Belgien	410	54 %	1 %	43 %	2 %			374	19.208
	Deutschland	633	68 %	1 %	32 %	1 %			234	20.284
	Italien	489	48 %	23 %	19 %	1 %			203	17.178
	Luxemburg	607	48 %	7 %	45 %	0 %			231	26.812
	Niederlande	513	54 %	1 %	44 %	0 %			501	18.773
	Österreich	570	58 %	2 %	39 %	0 %			107	20.974
	Slowenien	471	58 %	10 %	11 %	0 %			103	10.629
	Vereinigtes Königreich	468	44 %	17 %	39 %	3 %			272	22.258
	EU28	**486**	**46 %**	**23 %**	**28 %**	**0 %**			**118**	**16.210**
	EU27	**488**	**47 %**	**24 %**	**27 %**	**0 %**			**109**	**15.314**

4 Grundlagen der THG-Bilanzierung

4.1 Methode

Die Ermittlung der Klimaschutzpotenziale der Kreislaufwirtschaft erfolgt mittels der Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft in Anlehnung an ISO 14040/44. Die Methode wurde bereits vielfach in Studien angewendet und ausführlich beschrieben (z. B. (Dehoust et al. 2010), (Vogt et al. 2015)). Sie erlaubt eine ganzheitliche Betrachtung des Sektors Abfall, da neben den direkten Emissionen der Abfallbehandlung auch die potenziell vermiedenen Emissionen durch die Substitution von Primärprodukten und konventionell erzeugter Energie einbezogen werden.

Diese Art der sektoralen Betrachtung unterscheidet sich von der Betrachtung des Sektors Abfall nach den allgemeinen Berichterstattungspflichten des Kyoto-Protokolls. In den Nationalen Inventarberichten (NIR) ist der Sektor Abfall auf direkte und nicht-energetische THG-Emissionen beschränkt, um eine Doppelberichterstattung zu vermeiden. Danach bildet sich der Beitrag der Abfallwirtschaft vor allem durch die Abkehr von der Deponierung ab. Die mit der Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft weitergehend ausweisbaren THG-Minderungspotenziale sind im Kontext der Berichterstattungspflichten als potenziell vermiedene Emissionen in den Sektoren Industrie oder Energie zu verstehen.

Ein weiterer relevanter Unterschied zwischen Ökobilanzmethode und NIR besteht im Zeithorizont. Im NIR werden die im Berichtsjahr anfallenden Emissionen ausgewiesen, bei der Ökobilanz ist die funktionelle Einheit die betrachtete Abfallmenge. Das heißt alle derzeitigen und künftigen Be- und Entlastungen, die durch die Entsorgung einer bestimmten Menge Abfall ausgelöst werden, sind dieser Abfallmenge zugeordnet. Dies ist insbesondere bei der Deponierung relevant bei der Methanemissionen aus der biologischen Umsetzung des abgelagerten organischen Abfallanteils erst über Jahrzehnte freigesetzt werden. Die Ökobilanz umfasst alle künftigen Emissionen aus dem betrachteten abgelagerten Abfall, der NIR berichtet die für das Berichtsjahr berechneten oder gemessenen Emissionen, die durch früher abgelagerte Abfälle verursacht wurden.

Die wesentlichen zu beachtenden Regeln der Bilanzierungsmethode sowie Methodenkonventionen sind in den nachfolgenden Unterkapiteln beschrieben.

4.1.1 Ökobilanz der Abfallwirtschaft

Die Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft ist eine sektorale Betrachtung und weicht in den folgenden Punkten von einer Produktökobilanz ab:

- Statt „von der Wiege bis zur Bahre“ beginnt der Bilanzraum mit dem Abfallanfall (lastenfrei) und endet mit der Abfallbeseitigung oder den Erzeugnissen der Abfallbehandlung (Energie, Sekundärrohstoffe).
- Hauptnutzen ist die Entsorgung einer bestimmten Gesamtmenge Abfall, die bei allen zu vergleichenden Systemen gleich sein muss (Maßgabe der Nutzengleichheit).
- Für zusätzlich erzeugte Nutzen (Substitutionspotenzial Energie, Sekundärrohstoffe) wird die Maßgabe der Nutzengleichheit zwischen zu vergleichenden Systemen durch Anrechnung von Entlastungspotenzialen hergestellt (Gutschriften, negative Werte).

Die Vorgabe gleicher Gesamtabfallmengen bedeutet auch, dass deren Zusammensetzung gleich sein muss. Das heißt Stoffstromumlenkungen innerhalb der Gesamtmenge – beispielsweise durch eine gesteigerte getrennte Erfassung einer Abfallfraktion – können untersucht werden, nicht aber Abfallmengenänderungen (z. B. Anstieg durch mehr Konsum). Der Vergleich von

Systemen mit unterschiedlichen Abfallmengen erfordert das Einbeziehen des Vorlebens des Abfalls, seine Herstellung (Produktökobilanz). Auch die Betrachtung von Mehrwegsystemen erfordert die Untersuchung des Gesamtlebensweges von Produkten und damit eine Produktökobilanz. Dagegen kann die einfache Lebensdauerverlängerung unter bestimmten Umständen in die Ökobilanz der Abfallwirtschaft einbezogen werden. Für entsprechende Abfälle zur Vorbereitung zur Wiederverwendung und für die Abfallvermeidung wird in dieser Studie ein methodischer Ansatz für den Bilanzraum Siedlungsabfälle vorgestellt (siehe Teilbericht Deutschland). Im Weiteren wird die Abfallvermeidung auch im Sonderbilanzraum Lebensmittelabfälle in einem Szenario betrachtet (Kap. 6.3.2).

Ein weiterer relevanter Aspekt für Ökobilanzen der Abfallwirtschaft liegt darin, dass für die stoffliche Verwertung das technische Substitutionspotenzial angerechnet wird und nicht das Substitutionspotenzial nach Marktmix. Aus abfallwirtschaftlicher Sicht spielt es keine Rolle wie hoch der Anteil an Sekundärrohstoffen bzw. -produkten am Markt bereits ist. Da es für die erzeugten Sekundärstoffe keine anderweitigen Herkunftsquellen gibt, ist davon auszugehen, dass durch den Einsatz der Sekundärstoffe die Herstellung funktionsäquivalenter Primärstoffe vermieden wird. Umgekehrt würde eine Anrechnung nach Marktmix für die Abfallwirtschaft zu Fehlaussagen führen, mehr Recycling mit steigenden Sekundäranteilen würde zu geringeren Entlastungspotenzialen führen.

Bei der Mitverbrennung von Abfällen in Kohle- und Zementwerken begründet sich ebenfalls ein physikalischer Zusammenhang zwischen Brennstoff aus Abfall und substituiertem Regelbrennstoff, da es auch hier keine anderweitigen Herkunftsquellen gibt. Entsprechend wird für die Mitverbrennung von Abfällen in Kohle- und Zementwerken davon ausgegangen, dass heizwertäquivalent der Einsatz von Kohle als fossiler Regelbrennstoffe vermieden wird.

Beim Einsatz von Abfällen in thermischen Behandlungsanlagen, die neben der Hauptaufgabe der schadlosen Abfallentsorgung auch Energie erzeugen, ist vor dem Hintergrund der Energiewende eine differenzierte Betrachtung erforderlich. In (Dehoust et al. 2010) wurde der Marginalansatz verwendet, wonach aus Abfall erzeugte Energie marginal fossile Brennstoffe aus dem Energieerzeugungssystem verdrängt. Mit der mittlerweile erreichten und weiteren Steigerung des Anteils an Erneuerbaren Energien im Strommix ist diese Interpretation mit Marginalansatz nicht mehr zeitgemäß. Die Substitutionsleistung durch Energie aus Abfall kann neben der Substitutionsleistung durch Strom aus Erneuerbaren Energieträgern (Biomasse, Windkraft, PV), die einen weit höheren Anteil ausmachen, nur einen Teilbereich einnehmen. Würde jede alternative Stromerzeugung den Marginalansatz für sich geltend machen, würde das tatsächliche Substitutionspotenzial überschätzt. Hinzu kommt, dass mit dem Marginalansatz die Transformation des Energiesystems ausgeblendet wird. Zukunftsszenarien können damit nicht zeigen, wie sich die Beiträge zum Klimaschutz vor dem Hintergrund der Dekarbonisierung des Stromnetzes und des Wärmenetzes entwickeln. Aus diesen Gründen wird die Erzeugung von Strom und Wärme aus Abfall durch die Substitution der durchschnittlichen Strom- und Wärmeerzeugung angerechnet.

Eine Ausnahme bildet die Möglichkeit der flexiblen Stromerzeugung. Mit zunehmender Dekarbonisierung sinkt auch die einlastbare Stromerzeugung bei der zur Stabilisierung des Stromnetzes Kraftwerke flexibel hoch- und runtergefahren werden können. Diese Funktion kann nur zu einem Teil durch Strom aus Biogas und Biomasse übernommen werden. Für die flexible Stromerzeugung werden weiterhin fossil betriebene Kraftwerke nötig sein. Damit nimmt die flexible Stromerzeugung im künftigen Energiesystem einen besonderen Stellenwert ein. Wenn Strom aus Abfall flexibel erzeugt werden kann, wird hierfür die Substitution der flexiblen Stromerzeugung aus den konventionellen fossilen Reservekraftwerken angerechnet.

4.1.2 Weitere Randbedingungen, Konventionen

Emissionsfaktoren Strom und Wärme

Für den Energiebedarf und die Gutschrift für die Substitution konventionell erzeugter Energie werden grundsätzlich Durchschnittswerte verwendet. Für das Basisjahr 2017 sind dies für Strom Werte nach dem ifeu-Stromerzeugungs-/Kraftwerksparkmodell[23]. Für Wärme wurde der Emissionsfaktor aus Angaben für Haushaltswärme aus (TU Wien 2017) abgeleitet.

Aus Konsistenzgründen werden sowohl für Belastungen als auch für Gutschriften einheitlich die folgenden Emissionsfaktoren für die EU-Bilanzen verwendet:

- Strommix EU27 2017: 429 g CO_2-Äq/kWh
- Wärmemix EU27 2017: 265 g CO_2-Äq/kWh

Dies gilt auch für die Bilanzergebnisse für Deutschland, die zu den Ergebnissen der EU27 (ohne DE) addiert sind. Im Teilbericht für Deutschland sind die Bilanzen sowohl mit dem nationalen Strommix als auch mit den Durchschnittswerten für die EU27 berechnet.

Die in dieser Studie verwendeten Emissionsfaktoren für Strom und Wärme zeigt Tabelle 9. Für die Szenarien mit Zeithorizont 2030 werden die Faktoren an einen veränderten Energieträgermix angepasst. Zudem wird für eine anteilige flexible Stromerzeugung in 2030 die entsprechende Gutschrift nach Dehoust et al. (2014) angesetzt. Der mögliche Anteil der flexiblen Stromerzeugung in thermischen Abfallbehandlungsanlagen (TAB) wird mit 10 % angesetzt.

Tabelle 9: Emissionsfaktoren Strom, Wärme in CO_2-Äq/kWh Endenergie

	2017	2030
Strommix EU27	**429**	**179**
Wärmemix EU27	**265**	**186**
Gutschrift flexible Stromerzeugung (Dehoust et al. 2014)		832
Strommix EU Cluster 1	748	
Strommix EU Cluster 2	243	

Die Tabelle zeigt auch die Stromemissionsfaktoren für die EU-Cluster 1 und 2, die sich deutlich vom EU27-Strommix unterscheiden. Ein hoher Wert bedeutet hier, dass der Anteil der fossilen Brennstoffe im Stromerzeugungsmix immer noch hoch ist. Im Fall der Cluster 1 Länder liegt der Anteil fossiler Brennstoffe im Jahr 2017 bei 64 %. Der Wert für die Clusters 2 Länder wird von Kernenergie dominiert (45 %), der Anteil der fossilen Brennstoffe beträgt 25 %. Im Fall eines höheren Stromemissionsfaktors liefern energetische Verwertungsoptionen deutlich bessere Ergebnisse für den Klimaschutz. Allerdings sind auch die direkten Emissionen aus dem Strombedarf höher. Um den Einfluss dieser Randbedingungen des Energiesystems zu zeigen, werden in der Siedlungsabfallbilanz Sensitivitätsanalysen für Cluster 1 und 2 durchgeführt.

Harmonisierte Emissionsfaktoren

Der Ansatz zur Verwendung einheitlicher harmonisierter Emissionsfaktoren wie in Vogt et al. (2015) wird grundsätzlich auch in dieser Studie weiter verfolgt. Unterschiede, die sich für verschiedene Abfallherkünfte ergeben, sind jeweils dokumentiert. Durch harmonisierte

[23] https://www.ifeu.de/projekt/stromerzeugungkraftwerkspark-modell/

Emissionsfaktoren werden Ergebnisse transparenter und besser vergleichbar. Regional unterschiedliche Einschätzungen von ersetzten Primärprozessen werden vereinheitlicht und auch die häufig gegebenen Datenunsicherheiten zur Abbildung der substituierten Primärprozesse entschärft. Dieses Vorgehen ist von Vorteil für die gegebene Zielsetzung dieser Studie, Klimaschutzpotenziale der Kreislaufwirtschaft verschiedener Ländereinheiten aufzuzeigen. Für konkrete Planungsentscheidungen, die sich auf einen Klimaschutzbeitrag begründen sollen, ist das Vorgehen dagegen nicht geeignet. Dies erfordert realitätsnahe Emissionsfaktoren.

In der vorliegenden Studie wurden die harmonisierten Emissionsfaktoren aus Vogt et al. (2015) so weit möglich v. a. für das Recycling aktualisiert und verwendet (Kapitel 4.2.6). Auch für die Szenarien mit Zeithorizont von 2030 werden weitgehend die harmonisierten Faktoren verwendet. Eine Ausnahme bildet die Primärherstellung von Materialien, die durch Strombedarf geprägt ist. Dies ist der Fall bei der Herstellung von Zellstoff und Aluminium, für die THG-Emissionen der Herstellung mit dem Stromemissionsfaktor für 2030 abgeschätzt sind. Bei anderen Materialien wie Roheisen, Glas und Kunststoffen wird sich eine signifikante Änderung der THG-Emissionen aus der Primärherstellung erst in späteren Jahren mit Technologie-umstellungen ergeben (Direkteisenreduktion statt Oxygenstahlroute, Elektroschmelzwannen, PtX-basierte Kunststoffe). Die verwendeten Faktoren sind im Teilbericht Deutschland erläutert.

Umgang mit Abfallimporten und -exporten

In dieser Studie werden die Abfallimporte nicht berücksichtigt, aber Abfallexporte sind enthalten. Dies entspricht der Systematik der Berichterstattung für Eurostat. Für exportierte Abfälle bedeutet dieser Ansatz, dass angenommen wird, dass die Behandlung der exportierten Abfälle der nationalen Behandlung entspricht. Dies steht im Einklang mit der Vorgehensweise für die deutschen Bilanzräume. Für Deutschland konnten jedoch nur notifizierungspflichtige Exporte einbezogen werden, da andere Abfälle (zur Verwertung exportierte Abfälle) nicht in der Abfallstatistik erfasst werden (siehe Teilbericht Deutschland).

Mögliche Kohlenstoffsenke (C-Senke)

Eine C-Senke (langfristige C-Speicherung, 100-Jahreshorizont) kann bei der Deponierung biogener Abfälle, der Anwendung von Komposten (Humus C) oder der Speicherung in sehr langlebigen Produkten (Antikmöbel, Bücher) gegeben sein. Es bestehen jedoch erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich der tatsächlichen langfristigen Speicherung von biogenem Kohlenstoff. In den Vorgängerstudien wurde die C-Senke als Informationsgröße ausgewiesen. In dieser Studie besteht dazu kein weiteres Erkenntnisinteresse, die C-Senke wird nicht ausgewertet. Ebenfalls nicht betrachtet wird eine mögliche C-Anreicherung durch Holzschonung wie es in Dehoust et al. (2010) der Fall war. In Vogt et al. (2015) war davon bereits aufgrund der hohen Unsicherheiten wieder abgesehen worden.

4.1.3 Wirkungsabschätzung Treibhauseffekt

Zur Auswertung des Treibhauseffekts werden die einzelnen Treibhausgase der Sachbilanz entsprechend ihrer CO_2-äquivalenten Wirkung zusammengefasst. Die wichtigsten Treibhausgase und deren in dieser Studie verwendete CO_2-Äquivalenzwerte nach IPCC (2013) für den 100-Jahreshorizont (GWP100) zeigt Tabelle 10.

Tabelle 10: Treibhausgaspotenzial der wichtigsten Treibhausgase

Treibhausgas	CO_2-Äquivalente (GWP100) in kg CO_2-Äq/kg
Kohlendioxid (CO_2), fossile	1
Methan (CH_4), fossil	30
Methan (CH_4), regenerativ	28
Distickstoffmonoxid (N_2O)	265

Quelle: (IPCC 2013), Appendix 8.A

Darin sind Methanemissionen nach ihrer Entstehung unterschieden. Regeneratives Methan (aus der Umwandlung organischer Substanz) weist gegenüber fossilem Methan (aus der Umwandlung fossiler Energieträger) einen etwas geringeren Äquivalenzfaktor auf, da das regenerative Kohlendioxid, das im Laufe der Zeit durch Oxidation aus Methan entsteht, als klimaneutral gilt.

4.2 Vorgehen Bilanzierung

Das Vorgehen zur Bilanzierung der verschiedenen Bilanzräume ist in Bezug auf die nachfolgend beschriebenen Aspekte weitgehend einheitlich. Spezifika für einzelne Abfallarten bzw. abweichende Annahmen bei den Bilanzräumen Siedlungsabfälle, P&G- und B&A-Abfälle sind in den jeweiligen Kapiteln erläutert. Für die Sonderbilanz Lebensmittelabfälle sind LMA aus Siedlungsabfall und LMA aus P&G-Abfall (W091, W092) getrennt ausgewiesen. Die Berechnung der Lebensmittelabfälle ist die gleiche wie für lebensmittelhaltige organische Abfälle aus Siedlungsabfällen oder P&G-Abfällen, auch wenn die Lebensmittelabfallanteile nicht 100 % betragen, da es keine sinnvolle Möglichkeit gibt, die Lebensmittelabfälle von den organischen Nicht-Lebensmittelabfällen zu unterscheiden.

Die Bilanzen für Siedlungsabfälle und für Lebensmittelabfälle sind für Deutschland separat detaillierter berechnet und sind im Teilbericht für Deutschland beschrieben. Die folgenden Erläuterungen für Siedlungsabfälle und Lebensmittelabfälle beziehen sich auf die EU27 ohne Deutschland und für Siedlungsabfälle auch auf die EU28 ohne Deutschland. Die Ergebnisse werden jedoch in Summe (mit den Endergebnissen für Deutschland) für die EU27 und die EU28 dargestellt.

4.2.1 Einordnung gegenüber Vorgängerstudien

Der Bilanzraum EU wurde zuletzt für das Bilanzjahr 2007 ausschließlich für Siedlungsabfälle in Dehoust et al. (2010) umfassender untersucht. Eine grobe Berechnung für die EU28 wurde zuletzt in Vogt et al. (2015) für das Jahr 2012 durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Studie für Siedlungsabfälle werden so detailliert wie möglich mit denen der Vorgängerstudien verglichen (siehe Anhang B.1).

4.2.2 Sammlung und Transport

Grundsätzlich sind die THG-Belastungen, die durch Abfallsammlung und -transport entstehen, im Gesamtlebensweg der Abfallentsorgung von untergeordneter Bedeutung (siehe z. B. Ergebnisse in Dehoust et al. (2010)).

Im Rahmen dieser Studie werden die THG-Belastungen der **Sammlung** nicht berücksichtigt, da für die verschiedenen Mitgliedstaaten keine Informationen zu Sammelrouten und Aufwendungen für die Sammlung vorliegen. Zudem konnten die Informationen im Rahmen

dieser Studie nicht in repräsentativer Weise erhoben werden. Aus Konsistenzgründen sind Emissionen der Sammlung auch nicht im Teilbericht Deutschland berücksichtigt. In den Vorgängerstudien war die Sammlung berücksichtigt. Für den Vergleich mit den Ergebnissen dieser Studie für Siedlungsabfälle sind die entsprechenden Aufwendungen bei den damaligen Ergebnissen abgezogen.

Die Aufwendungen für **Transport** ab der Erstbehandlungsanlage sind in den THG-Bilanzen berücksichtigt. Zwar liegen auch hierfür keine repräsentativen Einzeldaten vor, allerdings bilden diese Transporte v. a. für mineralische Abfälle die möglicherweise einzige relevante Quelle für THG-Emissionen. Basierend auf (Dehoust et al. 2010) wurden für alle Bilanzräume einheitliche Transportdistanzen abgeleitet. Tabelle 11 zeigt die angesetzten Transportdistanzen für Siedlungsabfälle für die verschiedenen Outputfraktionen aus Erstbehandlungsanlagen. Für die überschlägigen Bilanzen für P&G- und B&A-Abfälle wurde eine weiter vereinfachte Annahme zu Transportentfernungen getroffen (Tabelle 12). Lebensmittelabfälle der Sonderbilanz Lebensmittelabfälle werden hauptsächlich einer Vergärung oder Kompostierung als Erstbehandlung zugeführt. Für daraus abgetrennt Störstoffe und Sekundärprodukte werden die für Siedlungsabfälle abgeleiteten Transportentfernungen verwendet. Für Fette und Öle aus sonstigen Behandlungsanlagen, für die eine Umesterung zu Biodiesel angenommen ist, ist analog zu Transporten zu Recyclinganlagen eine Transportentfernung von 200 km angesetzt.

Die für Deutschland verwendeten Transportentfernungen werden einheitlich für die EU-Bilanzräume verwendet. Es gibt keine Hinweise auf begründete Abweichungen.

Die für Deutschland verwendeten Transportentfernungen werden einheitlich für die EU-Bilanzräume verwendet. Es gibt keine Hinweise auf begründete Abweichungen.

Tabelle 11: Transportentfernungen Siedlungsabfälle

Abfallstrom nach Erstbehandlungsanlage	Entfernung in km
Schlacke zur Aufbereitung	50
Störstoffe, Sortier- Aufbereitungsreste zu TAB	100
Ersatzbrennstoffe (EBS) zu TAB	100
EBS, Aufbereitungsreste zur Mitverbrennung	200
Holz zu BMKW	100
MBA-Rest zu Deponien	10
Mineralien zur Deponierung, sonstigen Verwertung	20
Metalle zur stofflichen Verwertung	200
Holz, aufbereitet zur stofflichen Verwertung	200
Glas, sortiert zur stofflichen Verwertung	200
PPK, sortiert zur stofflichen Verwertung	200
Kunststoffe, sortiert zur stofflichen Verwertung	200
Getränkekartons, sonstige Verbunde zur stofflichen Verwertung	500

Tabelle 12: Transportentfernungen für P&G- und B&A-Abfälle

Abfallstrom nach Erstbehandlungsanlage	Entfernung in km
zur Verfüllung	200
zur Deponie	50
zu TABs	100
Mineralische Abfälle zum Recycling	50
(Wert)Stoffe zum Recycling	200

4.2.3 Deponierung

Die Bilanzierung für die Deponierung basiert grundsätzlich auf IPCC (2006). Die wichtigsten Parameter für die Berechnung sind:

- DOC: der abbaubare organische Kohlenstoff im abgelagerten Abfall
- DOCf: der Anteil des DOC, der im Laufe der Zeit abgebaut wird
- F CH_4: der Methangehalt des Deponiegases (oder Anteil des abgebauten Kohlenstoffs, der in Methan umgewandelt wird)
- MCF: der Methankorrekturfaktor zur Berücksichtigung der Art der Abfalldeponie
- OX: der Oxidationsfaktor
- R: die Rückgewinnungsrate bzw. die Gasfassungseffizienz
- Die Art der Gasnutzung

Die Parameter für die Bilanzierung sind aus den Nationalen Inventarberichten der einzelnen Mitgliedstaaten abgeleitet, die für das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) für das Jahr 2017 eingereicht wurden[24]. Für die Bilanzierung wurden gewichtete Werte auf der Grundlage der deponierten Siedlungsabfallmengen (Tabelle 135) für jedes Mitgliedsland abgeleitet. Die resultierenden gewichteten Werte für die vier Bilanzräume, die für Siedlungsabfälle berechnet wurden, zeigt Tabelle 13. Die gewichteten Rückgewinnungsraten sind aus den Daten des europäischen NIR abgeleitet (NIR EU 2019, Abbildung 7.9). Die Gewichtung für die EU27 und die EU28 wurde ohne Deutschland (ohne DE) vorgenommen, da die deutsche THG-Bilanz separat berechnet ist.

Tabelle 13: Gewichtete Parameter Deponie

	DOC SiAbf	DOCf	F (CH_4 Fraktion)	MCF	OX	Rückgewinnungsrate
Cluster 1	15 %	51 %	0,50	0,99	8 %	19 %
Cluster 2	18 %	50 %	0,51	1,00	10 %	34 %
EU27 (ohne DE)	17 %	51 %	0,50	0,99	9 %	28 %
EU28 (ohne DE)	18 %	51 %	0,50	1,00	9 %	33 %

Quelle: NIR-Berichte Mitgliedstaaten und EU27

Die meisten Mitgliedstaaten verwenden die IPCC (2006) Standardwerte für den DOCf (50 %) und den F CH_4 Anteil (0,5). Daher weichen die gewichteten Werte nicht wesentlich von diesen Standardwerten ab. Der gewichtete MCF liegt meist bei 1 oder nahe bei 1, was bedeutet, dass es

[24] https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2019

sich bei den meisten Deponien in der EU um geordnete Abfalldeponien handelt. Der gewichtete Oxidationsfaktor liegt nahe dem Standardwert von 10 % für gut geordnete Deponien. Hier verwenden die meisten Mitgliedstaaten diesen Wert, obwohl in den Berichten oft nicht ausdrücklich dokumentiert wird, dass die betreffenden Deponien "gut geordnet" sind und nicht nur "geordnet".

Für die Bilanzierung wurden die Rückgewinnungsraten wie sie in (NIR EU 2019) berichtet sind übernommen. Dies gilt auch für das Vereinigte Königreich und Irland, die als einzige Länder Rückgewinnungsraten von über 50 % meldeten (62 % bzw. 60 %). In der Vorgängerstudie (Dehoust et al. 2010) wurde anstelle einer Länderanalyse im Standardfall für die EU27 eine effektive Gasfassungsrate von 20 % (Standardwert) und in der Sensitivitätsanalyse von 40 % verwendet. In Vogt et al. (2015) wurden die im NIR der EU für 2012 angegebenen Rückgewinnungsraten nicht 1:1 übernommen. Die Rückgewinnungsrate im NIR beschreibt die jährlichen Methanemissionen, während für die Ökobilanz der Abfallwirtschaft die effektive Gasfassungsrate der potenziellen Methanbildung über einen 100-Jahres-Zeithorizont benötigt wird. Daher wurde in Vogt et al. (2015) von einer maximal, technisch machbaren effektiven Gasfassungsrate von 50 % ausgegangen und dieser Wert als Obergrenze festgelegt. Allerdings überschritten 2017 nur zwei Mitgliedstaaten diese Obergrenze, während es 2012 vier waren mit zudem höheren Werten von bis zu 75 %.

Die Art der Gasnutzung kann von Entlüftung und Abfackeln bis hin zur Energieerzeugung, z. B. in Blockheizkraftwerken (BHKW), reichen. In der Regel ist die Art der Gasnutzung in den NIR der EU-Mitgliedstaaten nicht angegeben. Die Gasnutzung wurde für diese Studie auf Basis der Abbildung 7.8 im NIR EU (2019) abgeleitet. Der Methananteil zur energetischen Nutzung beträgt etwa 30 %, der Anteil des abgefackelten Methans etwa 9 %. Das restliche Methan wird freigesetzt. Daraus wurde für die Gasnutzung der Anteil BHKW zu 77 % und der Anteil Fackel zu 23 % berechnet. Dieses Verhältnis wurde allgemein für alle Bilanzräume verwendet.

4.2.4 Thermische Behandlung

Das EEA-Modell, aus dem die Massenströme für Siedlungsabfälle abgeleitet wurden, unterscheidet vier Arten von Thermischen Abfallbehandlungsanlagen (TAB) je nach Art der Energienutzung (Gibbs et al. 2014):

- Nur Stromerzeugung
- Erzeugung von Strom und Wärme zur externen Nutzung
- Nur Wärmeexport
- Verbrennungsanlagen ohne Energierückgewinnung

Die Mitverbrennung von gesammelten Abfällen in Zement- oder Kohlekraftwerken ist nicht als Option für die thermische Behandlung betrachtet. Die für Deutschland getrennt durchgeführte Bilanzierung basiert auf den nationalen statistischen Daten (Destatis 2019), die die thermische Behandlung sowohl in Verbrennungsanlagen (vor allem Waste-to-Energy (WtE)-Anlagen) als auch in Kraftwerken (z. B. Kohlekraftwerk) oder Anlagen für andere Produktionszwecke (z. B. Mitverbrennung in Zementwerken) ausweist. Diesen genaueren Ansatz der deutschen Statistik nutzen zu können und damit auch präziser zu sein, war der Hauptgrund für die getrennte Berechnung der deutschen THG-Bilanz. Mitverbrennung findet jedoch auch in der EU statt in Bezug auf Ersatzbrennstoffe (EBS).

Bei der Betrachtung des Abfallsektors mittels Ökobilanzmethode ist es wichtig zu unterscheiden, ob es sich bei den Anlagen um Abfallbehandlungsanlagen (Hauptzweck: Abfallbehandlung) oder um Produktions- oder Energieerzeugungsanlagen handelt. Im letzteren Fall wird der Abfall anstelle von regulären Brennstoffen wie Kohle mitverbrannt. Das bedeutet, dass sich die

Unterschiede ausschließlich aus den Unterschieden bei den Brennstoffen ergeben, prozessbedingte Emissionen bleiben davon unberührt.

Fossile CO_2 Emissionen aus der Abfallverbrennung treten unabhängig vom Prozess auf und werden durch den fossilen Kohlenstoffgehalt des Abfalls bestimmt. Im Allgemeinen wird in dieser Studie von einer vollständigen Verbrennung ausgegangen[25]. Weitere Belastungen und damit direkte Emissionen entstehen in TAB durch den Einsatz von Hilfs- und Betriebsstoffen wie Heizöl zur Stützfeuerung und Stoffen wie Kalkhydrat, Branntkalk, Ofenkoks, Ammoniak zur Rauchgasreinigung. Hierfür wird pauschal der Wert von 30 kg CO_2-Äq/Mg Abfallinput aus Dehoust et al. (2010) verwendet. Der Einfluss im Vergleich zu den direkten CO_2 Emissionen ist gering und es werden keine relevanten Änderungen im Betriebsmitteleinsatz angenommen. Bei der Mitverbrennung von Abfällen kann davon ausgegangen werden, dass die Hilfs- und Betriebsstoffe brennstoffunabhängig eingesetzt werden, d. h. dass sie auch bei einem Betrieb mit Regelbrennstoff zum Einsatz kämen.

Das Substitutionspotenzial der energetischen Verwertung unterscheidet sich auch zwischen Mitverbrennung und thermischer Behandlung (siehe Kapitel 4.1.1). Bei der Mitverbrennung wird der reguläre Brennstoff entsprechend dem Energiegehalt substituiert. Bei TAB wird das Substitutionspotenzial durch die erzeugte, extern nutzbare Energie (Nutzungsgrad oder Nettowirkungsgrad) und die substituierte durchschnittliche Energieerzeugung (Emissionsfaktoren, siehe Kapitel 4.1.2) bestimmt.

Die für die thermische Behandlung relevanten Kenndaten, der Heizwert und der fossile Kohlenstoffgehalt des Abfalls, sind in den Kapiteln zu den verschiedenen Abfallarten bzw. Herkunftsbereichen beschrieben. Wirkungsgrade, die Bruttostromerzeugung und extern genutzte Wärme, sind ebenfalls in Gibbs et al. (2014) angegeben. Um die extern genutzte Energie zu ermitteln, wurde der Eigenverbrauch von Strom, der mit 3 % angenommen ist, von der angegebenen Bruttostromerzeugungseffizienz abgezogen. Die resultierenden Werte zeigt Tabelle 14.

Diese Unterscheidung kann nur für Siedlungsabfälle verwendet werden, die nach dem EEA-Modell ermittelt wurden. Die Eurostat-Daten unterscheiden nur zwischen thermischer Behandlung mit energetischer Verwertung (Verwertung - energetische Verwertung, (R1)) und Verbrennung ohne Energiegewinnung (Beseitigung - Verbrennung (D10)). In einem ersten Ansatz wurden gewichtete Wirkungsgrade auf Basis der aus dem EEA-Modell abgeleiteten Massenströme für Siedlungsabfälle berechnet. Dies führte jedoch zu unplausiblen Ergebnissen, da z. B. für Frankreich und Spanien nur Werte für "nur Strom" angegeben sind (siehe Tabelle 135), was zu einem Wärmewirkungsgrad von Null führt. Dies entspricht nicht dem aktuellen Stand.

Alternativ wurden gewichtete Werte basierend auf Angaben zu länderspezifischen Kapazitäten für TAB in Scarlat et al. (2019) abgeleitet. Die sich daraus ergebenden Werte für jeden der Bilanzräume – die EU28 (ohne Deutschland), die EU27 (ohne Deutschland), die Cluster 1 und 2 – zeigt Tabelle 15. Für Deutschland ergeben sich durch diese Gewichtung etwas höhere Werte als bei der Berechnung der Bilanz für Deutschland auf Basis von Angaben in Flamme et al. (2018). Die Gewichtungsergebnisse für die EU27 einschließlich Deutschland (elektrisch 12,3 %, thermisch 36,4 %) sind jedoch plausibel und entsprechen den aktuelleren Nutzungsgraden von 15 % für Strom und 32 % für Wärme für 2019 nach CEWEP (2021).

[25] In der Regel wird technisch eine nahezu vollständige Verbrennung erreicht. Bei der Vereinfachung wird die spätere atmosphärische Oxidation von CO oder VOC zu CO_2 berücksichtigt.

Die gewichteten Werte in Tabelle 15 werden für Restmüll, EBS, Sortier- oder Aufbereitungsreste, die verbrannt werden, und generell für die energetische Verwertung in den THG-Bilanzen für P&G- und B&A-Abfälle sowie in der Sonderbilanz Lebensmittelabfälle verwendet.

Tabelle 14: Nettowirkungsgrade für TAB

Thermische Behandlung	Nutzungsgrad Strom	Nutzungsgrad Wärme
Nur Strom	22 %	-
KWK	11 %	42 %
Nur Wärme	-	80 %

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Gibbs et al. (2014)

Tabelle 15: Gewichtete Nettowirkungsgrade für TAB

Bilanzraum	Elektrisch	Thermisch
EU27 (ohne DE)	12,6 %	35,1 %
EU28 (ohne DE)	13,3 %	32,5 %
Cluster 1	11,1 %	41,7 %
Cluster 2	12,3 %	36,2 %
Deutschland[1]	11,6 %	39,0 %

1) Für Deutschland (eigene THG-Bilanz) wurden die deutschlandspezifischen Werte nach Flamme et al. (2018) verwendet: 11,3 % Stromwirkungsgrad, 34 % Wärmewirkungsgrad.

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Scarlat et al.(2019) und Gibbs et al. (2014)

Die energetische Verwertung von Holz wird mit Wirkungsgraden für Biomasseheizkraftwerke (BMKW) von 21,3 % elektrisch und 15 % thermisch berechnet (siehe auch Teilbericht Deutschland).

Eine weitere Komponente der THG-Bilanz ist die Aufbereitung der anfallenden Schlacke und die Metallrückgewinnung daraus. Hier werden die für Deutschland abgeleiteten Werte verwendet (siehe Teilbericht Deutschland), da abweichende EU-spezifische Informationen nicht verfügbar sind. Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass die Schlacke aufbereitet wird. Im BVT-Merkblatt (2019, Abschnitt 3.4.3) wird eine Aufbereitung der Schlacke und Abtrennung von Fe-Metallen für alle Anlagen angegeben, während die Abtrennung von NE-Metallen nur für einige Anlagen angegeben ist. Die Menge der anfallenden Schlacke wird darin nicht genannt. Nach Angaben für einzelne Anlagen in Deutschland fallen ca. 20-30 % aufbereitete Schlacke an, bezogen auf die Menge des verbrannten Abfalls. In CEWEP (2019) wird der Anteil der Schlacke im Verhältnis zum verbrannten Abfall mit etwa 20 % angegeben. Für die Bilanzierung in dieser Studie wird von 20 % aufbereiteter Schlacke ausgegangen, und basierend darauf wurde die Menge an frischer Schlacke berechnet (d. h. zuzüglich der abgetrennten Metalle). Die in dieser Studie verwendeten Werte für die Metallrückgewinnung aus Schlacke zeigt Tabelle 16.

Tabelle 16: Metallrückgewinnung aus Schlacke

Fraktion	Einheit	Wert
Anteil der Schlackeaufbereitung	% Schlacke	100
Frischschlacke	% der verbrannten Abfälle	22 %

Fraktion	Einheit	Wert
Fe-Metalle aus Schlacke	% Schlacke	7,14 %
davon reine Metalle	% Fe-Metallanteil	93 %
NE-Metalle aus Schlacke	% Schlacke	2,73 %
davon reine Metalle	% NE-Metallanteil	66 %

Quelle: BVT-Merkblatt (2019), CEWEP (2019), IGAM und ITAD (2019)

4.2.5 Mechanisch-biologische Behandlung

Die Behandlung in mechanisch-biologischen Behandlungsanlagen (MBA) ist nur für Siedlungsabfälle relevant. Für die überschlägige Bilanzierung von P&G- und B&A-Abfällen kann nur der Letztverbleib bewertet werden. Es ist nicht bekannt, inwieweit MBAs in diesen Herkunftsbereichen eine Rolle spielen. Die MBA spielt jedoch keine Rolle bei der Behandlung von Lebensmittelabfällen.

Die Massenströme für die über MBA behandelten Siedlungsabfälle sind aus dem EEA-Modell (siehe Kapitel 3.2.2) entnommen, in dem die fünf Arten unterschieden werden:

- MBA 1 - Sortierung, Mischmüllkompostierung, keine EBS-Erzeugung
- MBA 2 - Sortierung, EBS-Erzeugung, biologische Trocknung Mischmüll
- MBA 3 - wie MBA 2, aber auch Kunststoffabtrennung
- MBA 4 - Sortierung, Mischmüllvergärung, keine EBS-Erzeugung
- MBA 5 – einfache Sortierung, EBS-Erzeugung

Diese Typen entsprechen recht gut den für Deutschland gegebenen MBA-Typen (siehe Teilbericht Deutschland). Für die Berechnungen wurden MBA 2 und MBA 3 unter dem deutschen Begriff "MBS" (mechanisch-biologische Stabilisierung) zusammengefasst, was der biologischen Trocknung und dem Hauptziel der EBS-Erzeugung entspricht. MBA 1 und MBA 4 erzeugen beide stabilisiertes Material für die Deponierung, was den deutschen Begriffen "aerobe MBA" und "anaerobe MBA" entspricht, die beide einen stabilisierten MBA-Rest für die Deponierung generieren. Die deutschen aeroben und anaeroben MBAs erzeugen auch EBS, jedoch in geringerem Umfang als MBS. Die MBA 5, die einfache Sortierung zur Herstellung von EBS ohne biologische Behandlung, entspricht der deutschen "Mischabfallsortierung", die in dem Bericht für Deutschland gesondert beschrieben ist.

Die aus dem EEA-Modell resultierenden Outputströme für die vier EU-Bilanzräume sind als Bandbreiten in Tabelle 17 dargestellt. Eine Besonderheit stellen die Bandbreiten bei MBA 5 für „Deponie“ und für „EBS“ dar. Hier mussten Korrekturen vorgenommen werden. In zwei Fällen (Lettland und Ungarn) ordnete das EEA-Modell den Restmüll der MBA 5 zu statt der Deponie (das Ergebnis des EEA-Modells für die Deponierung war 0), obwohl dieser Abfall gemäß den NIR-Berichten der beiden Länder zu 100 % deponiert wurde. Im Fall von Lettland findet keine echte Vorbehandlung statt. Die Siedlungsabfälle werden "in Bioreaktoren gelagert" und "in Polygonen entsorgt" (NIR LV 2019). In diesem Fall wurde die entsprechende Menge vom MBA 5 Input abgezogen und dem Deponie-Input zuaddiert. Im Fall von Ungarn war im NIR ebenfalls keine MBA ausgewiesen (NIR HU 2019). Es könnte jedoch sein, dass eine Art Konditionierung vor der Deponierung stattfand, jedoch keine Erzeugung von EBS. Der MBA 5 Output für Ungarn wurde deswegen manuell korrigiert. Anstelle von 92,2 % EBS-Erzeugung wurde der Gesamtoutput für Ungarn der Deponierung zugewiesen. Diese Korrektur erklärt das untere Ende der Bandbreite für EBS, das für Cluster 1 steht. In den Bilanzen der EU27 und EU28 ist dieser

Effekt ebenfalls sichtbar. Cluster 2 ist davon nicht betroffen und zeigt die typischen Ergebnisse für MBA 5 aus dem EEA-Modell.

Der korrigierte Output bei Ungarn wurde systematisch wie eine Deponierung berechnet, da eine biologische Stabilisierung aus der möglichen Konditionierung nicht wahrscheinlich ist. Für die MBA 1 bis 4 wurde davon ausgegangen, dass es sich bei dem Output zur Deponie entweder um inertes Material oder stabilisiertes organisches Material handelt. Die noch entstehenden Emissionen aus der Deponierung von MBA-Resten ist wie für Deutschland berechnet (siehe Teilbericht Deutschland). Das Restgasbildungspotenzial wurde wie in Knappe et al. (2012, Abschnitt 4.3.3) bestimmt. Nach Bewertung mit dem Charakterisierungsfaktor nach IPCC (2013) ergibt sich daraus ein THG-Emissionswert von 62,4 kg CO_2-Äq/Mg MBA-Rest.

Tabelle 17: Output MBA nach EEA-Modell

	MBA 1	MBA 2+3	MBA 4	MBA 5 (MA)
Metalle	1,4 %-2,1 %	1,1 %-1,5 %	1,4 %-2,0 %	1,4 %-1,6 %
Kunststoffe	0,9 %-1,4 %	0,4 %-1 %	1,1 %-1,3 %	1,5 %
Papier	0 %	0 %	0 %	2,5 %-3,2 %
Verluste	25,2 %-36,2 %	15,7 %-20,1 %	28,3 %-31,7 %	0 %
Rekultivierung	17,1 %-20,8 %	0 %	21,9 %-22,8 %	0 %
Deponie	39,9 %-54,9 %	6,1 %-8,3 %	42,3 %-47,1 %	1,7 %-44,6 %
davon inertes Material	0 %-6,3 %	0 %	0,7 %-5,9 %	1,7 %-4,6 %
EBS	0 %	71,3 %-73,9 %	0 %	49,8 %-92,2 %

Quelle: Ergebnisse des EEA-Modells (Kapitel 3.2.2)

Die Daten und technischen Parameter für die Berechnungen wurden im Wesentlichen aus Gibbs et al. (2014) entnommen und durch Daten für Deutschland ergänzt. Der für die Berechnungen verwendete Energiebedarf für die EU27 (ohne DE), die EU28 (ohne DE), Cluster 1 und 2 ist in Tabelle 18 dargestellt.

Tabelle 18: Energiebedarf MBA

	Einheit	MBA 1, 2, 3	MBA 4	MBA 5
Strom	kWh/Mg Input	40	35	30
Diesel	kWh/Mg Input	1	1	0,7
Gas	kWh/Mg Input	0	0	0

Quelle: Gibbs et al. (2014)

Für Deutschland wurden nationale Daten verwendet. Im Durchschnitt liegt der Energiebedarf für die MBA 1 bis 4 höher als für die EU nach Gibbs et al. (2014) (siehe Teilbericht Deutschland).

Die Outputfraktionen des EEA-Modells sind nicht weiter differenziert im Hinblick auf die Art der Metalle und den Verbleib der EBS. Die Daten für Metalle und Kenndaten für die erzeugten EBS wurden wie für Deutschland übernommen:

- 85 % Fe-Metalle, davon 73 % reine Metalle
- 15 % NE-Metalle, davon 34 % reine Metalle (berechnet als Aluminium)

- EBS Heizwert 13 MJ/kg, fossiler Kohlenstoffgehalt 15 %.

Der Verbleib der EBS wurde nach ERFO-Cembureau (2015) abgeleitet. Für "Sonstige" wurde die Mitverbrennung in Kohlekraftwerken angenommen. Die resultierende Verteilung für EBS ist:

- 52 % thermische Behandlung (Nutzungsgrade, siehe Tabelle 15)
- 37 % Mitverbrennung in Zementwerken
- 11 % Mitverbrennung in Kohlekraftwerken

Bei der Mitverbrennung in Zement- und Kohlekraftwerken ist eine heizwertäquivalente Substitution von Braunkohle berücksichtigt. Die Bereitstellung von Stein- und Braunkohle ist bezogen auf den Energiegehalt mit ähnlich hohen spezifischen THG-Emissionen verbunden, die bei etwas über 400 g CO_2-Äq/kWh liegen. Für die EU-Länder wurde die Substitution von Braunkohle analog wie für Deutschland angesetzt, da keine EU-spezifischen Informationen vorliegen und grundsätzlich weniger Mitverbrennung in Steinkohlekraftwerken gegeben ist, auch weil diese zunehmend auf Staubeinblasung spezialisiert sind.

Die Emissionen aus MBA werden auf die gleiche Weise berechnet wie für Deutschland (siehe Teilbericht Deutschland). Gibbs et al. (2014) beziehen sich hinsichtlich der Emissionen von CH_4 und N_2O auf eine vergleichsweise alte Studie aus dem Jahr 2003. Die Werte stimmen für CH_4 sehr gut überein (rund 20 g/Mg Input), sind aber für N_2O niedriger (10 gegenüber 14 g/Mg Input).

Die Energieerzeugung aus Biogas wird in Gibbs et al. (2014) als Endenergie (Strom, erzeugte Wärme) pro Abfallfraktion angegeben und nicht für den gesamten Restmüll. Eine Rückrechnung auf die Gasausbeute für Restmüll und die Wirkungsgrade der Biogas-BHKW ist nicht einfach möglich. Daher wurden die deutschen Daten für die MBA einheitlich für Biogas verwendet:

- Biogasertrag: 40,6 m^3/Mg Input
- Methangehalt: 60 Vol %
- Bruttowirkungsgrad der Stromerzeugung: 37,5 %
- Wärmeerzeugung: 43 %

4.2.6 Recycling trockene Wertstoffe

Zu den trockenen Wertstoffen gehören die Abfallfraktionen Papier, Glas, Metalle und Kunststoffe. Für Siedlungsabfälle in Deutschland gehört dazu auch die Abfallfraktion Leichtverpackungsabfälle und stoffgleiche Nichtverpackungsabfälle (in dieser Studie kurz LVP). Die Bilanzierung für letztere ist im Teilbericht für Deutschland beschrieben. In anderen EU-Mitgliedstaaten werden LVP nicht separat erfasst bzw. in den Eurostat-Daten nicht separat ausgewiesen.

Im Allgemeinen wurde für die Berechnung der trockenen Wertstoffe ein harmonisierter Ansatz verfolgt (Kapitel 4.1.2). Für die Berechnung der Sortierung und Aufbereitung je Fraktion wurden weitgehend die deutschen Randbedingungen verwendet (siehe Teilbericht Deutschland). Im Folgenden werden die Aspekte beschrieben, für die es in den EU-Bilanzen eigene Ansätze gibt.

Die Sortierausbeuten bei Deutschland stimmen weitgehend mit den Sortierausbeuten, die sich aus dem EEA-Modell für Siedlungsabfälle ergeben, überein. Ausnahmen sind Papier und Glas mit recht hohen Anteilen an Sortierresten im EEA-Modell (z. B. 15 % für Papier gegenüber 1 % für Deutschland). Hier wurden die Sortierrestanteile für die EU auf 5 % angepasst. Für P&G- und B&A-Abfälle wurden die höheren deutschen Ausbeuten für Glas in den EU-Bilanzen beibehalten. Papier ist für B&A-Abfälle nicht relevant und für den Herkunftsbereich P&G-Abfälle sind für Produktionsabfälle keine Sortierverluste berechnet. Tabelle 19 zeigt die Sortierausbeuten für

die trockenen Wertstoffe, die für die Bilanzierung verwendet wurden. Ausnahmen für P&G- und B&A-Abfälle sind in der Tabelle entsprechend vermerkt.

Bei der überschlägigen Berechnung für P&G- und B&A-Abfälle, für die nur der Endverbleib angegeben ist, sind Sortieraufwendungen auf die rückgerechneten Inputmengen bezogen. Für Kunststoffabfälle hingegen sind die Aufbereitungsreste bezogen auf die zum Recycling gemeldeten Mengen berechnet, da davon ausgegangen wird, dass diese Mengen nicht in den statistischen Daten des Endverbleibs erfasst sind. Bei Kunststoffabfällen wird für P&G-Abfälle eine höhere Ausbeute angenommen als für die anderen Herkunftsbereiche, da es sich nicht um Endverbrauchsabfälle, sondern um Abfälle aus der Produktion handelt und daher davon ausgegangen wird, dass diese bei der Erfassung weniger mit Schadstoffen vermischt werden. Auch bei den Metallen sind bei den P&G-Abfällen höhere Ausbeuten angesetzt. Dabei handelt es sich meist um Metallspäne. Bei den Fe-Metallen gibt es Verunreinigungen nur durch Kühlflüssigkeit in Höhe von maximal 3 %, da der Abfall "trocken" sein muss. Im Falle der NE-Metalle aus P&G-Abfall wurde die Ausbeute auf Basis der Fe-Metalle geschätzt.

Die bei der Sortierung abgetrennten Verunreinigungen gehen zu TAB (Papiersortierreste, Glasetiketten und Verschlüsse), auf die Deponie oder andere Beseitigung (aus Glas, Metallfraktionen). Für die Sortierreste wurden wie in der Vorgängerstudie (Dehoust et al. 2010) vereinfacht die Kenndaten (Heizwert und fossiler Kohlenstoffgehalt) für Restmüll verwendet. Für die Aufbereitungsreste aus Kunststoffabfällen wurden die Kenndaten für Aufbereitungsreste aus LVP übernommen (Heizwert 16 MJ/kg, fossiler Kohlenstoffgehalt 26 %, siehe Teilbericht Deutschland). Für die Aufbereitungsreste aus Kunststoffabfällen ist ein Feuchteverlust von 20 % angenommen. Der Verbleib der Reste ist analog dem Verbleib der Aufbereitungsreste aus LVP-Abfällen angenommen (98 % Zementwerk, 2 % TAB). Der angesetzte Substitutionsfaktor von 0,8 für die erzeugten Sekundärkunststoffe basiert ebenfalls auf den Werten für LVP für Deutschland nach Dehoust et al. (2016) (siehe auch Teilbericht Deutschland).

Tabelle 19: Ausbeuten bei der Verwertung trockener Wertstoffe

Abfallfraktion	EU
Papier, SiAbf	95 %[1]
Glas, SiAbf	95 %[1]
Glas, P&G und B&A-Abfall	97 %
Fe-Metalle	90 %
Fe-Metalle, P&G-Abfälle	97 %
NE-Metalle	70 %
NE-Metalle, P&G-Abfälle	90 %
Kunststoffe	70 %
Kunststoffe, P&G-Abfälle	80 %

1) Werte in der deutschen Bilanz: 99 % für Papier und 97 % für Glas.

Das EEA-Modell unterscheidet nicht zwischen trockenen Wertstoffen und Verpackungsabfällen. Bei einigen Materialien unterscheidet sich die Bilanz für Verpackungsabfälle jedoch deutlich. Dies gilt bei Papier für Getränkekartons und bei Metallen für Verpackungen aus Weißblech oder Aluminium. Um diese Unterschiede zu berücksichtigen, wurde der Anteil der Verpackungsabfälle für die beiden Fraktionen abgeschätzt. Der Anteil von Getränkekartons am Papierabfall

wurde auf Basis von Verbandsinformationen[26] geschätzt. Im Jahr 2018 wurden rund 450.000 Tonnen Getränkekartons recycelt, was einer Recyclingquote von 49 % entspricht. Bei einem Gesamtaufkommen von etwa 22,7 Mio. Tonnen Papierabfällen aus Siedlungsabfällen in der EU27 (siehe Tabelle 33) ergibt dies einen Anteil von Getränkekartons am Papierabfall von etwa 2 %. Für Metalle sind keine Daten über den Anteil von Verpackungsabfällen verfügbar. Als Näherungswert wurden Daten über Verpackungsabfälle für Deutschland verwendet (GVM 2019), die nach Abfallmengen aus privaten Haushalten und aus gewerblichen Anfallstellen unterscheiden. Unter der Annahme, dass es sich bei den Abfällen aus privaten Haushalten um Verpackungsabfälle handelt, wurde der Anteil von Weißblech- und Aluminiumverpackungen an den Metallabfällen auf 58 % berechnet.

Papierverpackungsabfälle bestehen aus Getränkekartons und sonstigen Papierverbunden. Die Aufteilung zwischen diesen beiden wurde aus Daten nach Dehoust et al. (2016) für Deutschland übernommen (72 Getränkekartons, 28 % sonstige Papierverbunde). Die Aufteilung für Weißblech- und Aluminiumverpackungen wurde ebenfalls aus Daten nach Dehoust et al. (2016) für Deutschland übernommen und ergibt 82 % für Weißblech und 18 % für Aluminium. Die Bilanzierung für Verpackungsabfall (Getränkekarton, sonstige Papierverbunde, Weißblech-, Aluminiumverpackungen) ist im Teilbericht Deutschland beschrieben.

Metallabfälle sind im EEA-Modell nicht näher spezifiziert. Für Siedlungsabfälle liefert auch die deutsche Statistik keine differenzierten Daten. Die Aufteilung in Fe- und NE-Metalle wurde auf Basis der entsprechenden Anteile von Metallen aus Schlacke, Metallen aus MBA und Metallen in LVP geschätzt und auch für die EU verwendet. Für P&G- und B&A-Abfälle werden die Metalle in der Statistik als gemischte Metalle (EAK-Stat-Schlüssel W063) und getrennt als Fe-Metalle (W061) und NE-Metalle (W062) ausgewiesen. Die Aufteilung für gemischte Metalle wurde aus dem Verhältnis der Reinfraktionen abgeleitet. Die jeweilige Aufteilung für die verschiedenen Herkunftsgebiete zeigt Tabelle 20.

Tabelle 20 Aufteilung von gemischten Metallen in Eisen- und Nichteisenmetalle

Abfallfraktion	SiAbf	P&G-Abfall	B&A-Abfall
Fe-Metalle	85 %	92 %	91 %
NE-Metalle	15 %	8 %	9 %

Informationen über die Zusammensetzung von Kunststoffabfällen sind der Statistik nicht zu entnehmen. Daher wurden vereinfacht die Marktmixe für Deutschland (Heinrich-Böll-Stiftung 2019)) und die EU (PlasticsEurope 2018) für die Berechnung der Substitutionsmixe herangezogen, wobei nur die angegebenen Kunststoffarten berücksichtigt wurden ("Sonstige" kann nicht klassifiziert werden). Die sich daraus jeweils ergebende Zusammensetzung für die Substitution von Kunststoffen zeigt Tabelle 21.

Auf Basis von Emissionswerten für Primärkunststoffe (Ökoprofile nach PlasticsEurope[27]) wurden gewichtete spezifische Emissionswerte für die Primärproduktion berechnet. Da sich der Marktmix für recycelbare Kunststoffabfälle für Deutschland und die EU nur geringfügig unterscheidet, ergeben sich für die Primärproduktion nahezu identische gewichtete spezifische Emissionswerte für den Substitutionsmix:

[26] https://www.beveragecarton.eu/policy-areas/recycling/ (15.09.2021)

[27] Berichte und LCI-Daten werden auf der PlasticsEurope-Website veröffentlicht (kostenlose Registrierung erforderlich).

- Deutschland Substitutionsmix: 1.894 kg CO_2-Äq/Mg Primärkunststoff
- EU-Substitutionsmix: 1.892 kg CO_2-Äq/Mg Primärkunststoff

Tabelle 21: Substitutionsmix für recycelte Kunststoffe

Kunststoff Typ	Mix Deutschland	Mix EU
Polypropylen (PP)	25 %	26 %
Polyethylen (50 % LDPE und 50 % LLDPE)	22 %	24 %
Polyethylen (HDPE)	19 %	17 %
PVC (88 % S-PVC und 12 % E-PVC)	19 %	14 %
PET	9 %	10 %
PS/EPS	7 %	9 %

4.2.7 Recycling organischer Wertstoffe

Das EEA-Modell für Siedlungsabfälle unterscheidet zwischen "Lebensmittelresten", "Grünabfällen" und "anderen Bioabfällen". Der Begriff "andere Bioabfälle" wird nicht erläutert. Es wird angenommen, dass er für gemischte Organikabfälle verwendet wird wie z. B. bei der deutschen Biotonne, in der sowohl Lebensmittelreste als auch Grünabfälle gesammelt werden. Diese Fraktion wurde auf die gleiche Weise berechnet wie der deutsche "Abfall aus der Biotonne" (EAV 20 03 01 04). Um Verwechslungen mit der "Sonderbilanz Lebensmittelabfälle" zu vermeiden, wird die Fraktion dort "SiAbf Lebensmittelabfälle" genannt und entspricht den "Lebensmittelresten" aus dem EEA-Modell. Für Deutschland werden die Abfallfraktionen "Küchen-/Kantinenabfälle" (EAV 20 01 08) und der Anteil der Lebensmittelreste aus der Biotonne einbezogen. Die Bilanzierung für letztere entspricht der für "Abfall aus der Biotonne", auch wenn in der Sonderbilanz nur der Lebensmittelanteil des Abfalls berücksichtigt ist (bei Küchen-/Kantinenabfällen beträgt der Lebensmittelanteil 100 %). Für den Lebensmittelanteil in der Biotonne gibt es keine sinnvolle Möglichkeit, ihn bilanztechnisch von der gesammelten Gesamtmenge abzugrenzen. Lebensmittelabfälle aus P&G-Abfällen werden so weit wie möglich getrennt berechnet und ausgewiesen. Für Deutschland war es möglich, eine Auswertung auf Basis der EAV-Schlüssel vorzunehmen, für die EU war dies nicht möglich. Lediglich die EAK-Stat-Schlüssel W091 und W092 konnten anhand von Annahmen differenziert werden. Die Ergebnisse der Sonderbilanz Lebensmittelabfälle werden für die P&G-Abfallbilanz für die dort ausgewiesene Position "Tierische und pflanzliche Abfälle (W091, W092)" verwendet. Bei den B&A-Abfällen gibt es keine organischen Wertstoffe.

Im Folgenden ist das grundsätzliche Vorgehen zur Bilanzierung der biologischen Behandlung von organischen Wertstoffen aus Siedlungsabfällen beschrieben. Für organische Abfälle aus P&G-Abfällen gibt es Unterschiede und zusätzliche Verfahren, die in dem Kapitel zur Sonderbilanz Lebensmittelabfälle (Kapitel 6) beschrieben sind.

4.2.7.1 Kompostierung und Vergärung von Organikabfällen

Grundsätzlich ist die Bilanzierung für die biologische Behandlung von Organikabfällen aus Siedlungsabfällen für alle EU-Bilanzräume einheitlich. Die verwendeten Daten entsprechen den für Deutschland verwendeten Daten, sofern keine EU-spezifischen Daten verfügbar waren. Dies gilt für die Zusammensetzung und Kenndaten der Störstoffe, die Bilanzierung der Biogaserzeugung und -nutzung sowie für Kompostprodukte und deren Nutzung. Für den Energiebedarf wurden EU-spezifische Daten aus Gibbs et al. (2014) verwendet. Der Anteil der

offenen und geschlossenen Kompostierung ist aus dem EEA-Modell abgeleitet, ebenso die Art der Biogasnutzung (siehe Kapitel A.1.2). Die für alle EU-Bilanzräume einheitlich verwendeten Parameter zeigt Tabelle 22.

Tabelle 22: Allgemeine Parameter der biologischen Behandlung

Parameter	Einheit	Werte	Quelle
Störstoffe			
Anteil Störstoffe		5 %	Gibbs et al. (2014)
Kenndaten Störstoffe	Heizwert 12 MJ/kg; Cfossil 21 %		Berechnet (siehe Teilbericht Deutschland)
Kompostierung			
Dieselbedarf offene Kompostierung	l Diesel/Mg Input	1	Gibbs et al. (2014)
Strombedarf offene Kompostierung	kWh/Mg Input	0	Gibbs et al. (2014)
Strombedarf geschlossene Kompostierung	kWh/ Mg Input	30	Gibbs et al. (2014)
Vergärung			
Durchschnittlicher Strombedarf	kWh/Mg Input	45	Abgeleitet nach Vogt et al. (2008)
Bruttowirkungsgrade BHKW	37,5 % elektrisch, 43 % thermisch		Knappe et al. (2012)
Nutzungsrate Überschusswärme		20 %	Knappe et al. (2012)
Durchschnittlicher Strombedarf CO_2 Abtrennung	kWh/m³ Rohgas	0,3	Abgeleitet nach Vogt et al. (2008)
Durchschnittlicher Methanschlupf CO_2 Abtrennung[1]		2 %	Abgeleitet nach Vogt et al. (2008)

1) Verlust, aber keine Emissionen in die Luft; Annahme wie Deutschland mit regenerativer thermischer Oxidation

Die Kenndaten für die Biogaserzeugung, die allgemein für alle Bilanzräume verwendet sind, wurden aus KTBL (2013) für Abfälle aus der Biotonne und Küchen-/Kantinenabfälle abgeleitet. Für Grünabfälle wurde der Wert für "Gras, frisch" aus KTBL (2007) als Näherungswert verwendet. Die verwendeten Kenndaten und der berechnete Biogas- und Methanertrag pro Tonne Input zeigt Tabelle 23.

Tabelle 24 zeigt den Anteil der offenen Kompostierung und der Art der Biogasnutzung für die verschiedenen EU-Bilanzräume, wie sie aus dem EEA-Modell abgeleitet wurden. Die Arten "gereinigtes und in das Gasnetz eingespeistes Gas" und "gereinigtes und komprimiertes Gas für die Verwendung als Fahrzeugkraftstoff" aus dem EEA-Modell werden in dieser Studie unter "CO_2-Abtrennung" zusammengefasst, da auch der Kraftstoff für die Fahrzeugnutzung in der Regel über das Gasnetz verteilt wird.

Tabelle 23: Kenndaten Biogaserzeugung

Parameter	Einheit	Abfälle aus der Biotonne	Grünabfälle	Küchen-/Kantinenabfälle
Trockenmasse	% Frischmasse	40	18	16
Organischer Substanz (OS)	% Trockenmasse	50	91	87
Biogas	l/kg OS	615	600	680
Methangehalt	Vol %	60	54	60
Biogasertrag, berechnet	m^3/Mg Input	123	98	95
Methanertrag, berechnet	m^3/Mg Input	74	53	57

Tabelle 24 Anteil der offenen Kompostierung und Art der Biogasnutzung nach EEA-Modell

Parameter	EU27 (ohne DE)	EU28 (ohne DE)	Cluster 1	Cluster 2
Anteil offene Kompostierung				
Andere Bioabfälle	45 %	34 %	96 %	24 %
Grünabfälle	44 %	52 %	84 %	18 %
Lebensmittelreste	24 %	23 %	80 %	25 %
Art der Biogasnutzung für andere Bioabfälle				
Nur Stromerzeugung	82 %	75 %	6 %	31 %
Erzeugung von Strom und Wärme	14 %	21 %	94 %	48 %
CO_2 Abtrennung	4 %	4 %	0 %	17 %
Abfackeln	0 %	0 %	0 %	4 %
Art der Biogasnutzung für Grünabfälle				
Nur Stromerzeugung	45 %	40 %	1 %	75 %
Erzeugung von Strom und Wärme	50 %	56 %	99 %	20 %
CO_2 Abtrennung	4 %	4 %	0 %	5 %
Abfackeln	1 %	0 %	0 %	1 %
Art der Biogasnutzung für Lebensmittelreste				
Nur Stromerzeugung	56 %	48 %	1 %	9 %
Erzeugung von Strom und Wärme	27 %	37 %	99 %	49 %
CO_2 Abtrennung	17 %	14 %	0 %	39 %
Abfackeln	1 %	1 %	0 %	2 %

Für CH_4 und N_2O-Emissionen wurden die Emissionsfaktoren aus den Nationalen Inventarberichten der einzelnen Mitgliedstaaten verwendet, die für UNFCCC für das Jahr 2017 eingereicht wurden. Für die Bilanzierung wurden gewichtete Werte auf Basis der kompostierten oder vergorenen Mengen abgeleitet (siehe Tabelle 122). Die sich daraus ergebenden Werte sind in Tabelle 25 für die EU-Bilanzräume dargestellt. Zum Vergleich sind auch die Werte für Deutschland und die IPCC (2006) Standardwerte angegeben.

Die Ergebnisse zeigen, dass die EU-Mitgliedstaaten in Cluster 1 die IPCC (2006) Standardwerte verwenden. Dies gilt auch für die meisten EU-Mitgliedstaaten in Cluster 2, Ausnahmen sind Frankreich und Dänemark. Insbesondere für die Vergärung geben viele Mitgliedstaaten keine Emissionsfaktoren an. Für den Fall, dass Mengen zur Vergärung aus dem EEA-Modell erhalten wurden, wurden die IPCC (2006) Standardwerte für die Bilanz verwendet. Der Vergleich mit Deutschland zeigt, dass die Faktoren für die Kompostierung niedriger sind als die IPCC (2006) Standardwerte und damit auch niedriger als für die EU-Bilanzräume, während die Faktoren für die Vergärung höher sind.

Tabelle 25: Gewichtete Emissionen für Kompostierung und Vergärung

	Methan kg CH_4/Mg Abfall	Distickstoffmonoxid kg N_2O/Mg Abfall	Treibhausgasemissionen kg CO_2-Äq/Mg Abfall
Kompostierung			
Cluster 1	4,00	0,240	176
Cluster 2	2,53	0,299	150
EU27 (ohne DE)	2,13	0,233	121
EU28 (ohne DE)	2,44	0,235	130
Deutschland	1,40	0,074	59
IPCC (2006) Standard	4,00	0,240	176
Vergärung			
Cluster 1	0,80	0	22
Cluster 2	1,43	0	40
EU27 (ohne DE)	1,10	0,004	32
EU28 (ohne DE)	1,09	0,003	31
Deutschland	2,80	0,067	96
IPCC (2006) Standard	0,80	als vernachlässigbar angenommen	22

Quelle: NIR Mitgliedstaaten

4.2.7.2 Kompostprodukte und Anwendung

Die Bilanzierung der Anwendung und des Substitutionspotenzials für Kompostprodukte entspricht der für Deutschland. Die Kompostproduktion und -anwendung wurde auf Basis der Ergebnisse in Knappe et al. (2012) bewertet. Der Anteil an Frischkompost aus der Kompostierung von Abfällen aus der Biotonne ist nach Knappe et al. (2019) auf 39 % festgelegt. Grünabfallkompost ist analog zu Knappe et al. (2012) mit 100 % angenommen. Auch bei der Vergärung wurde generell von kompostierten Gärresten ausgegangen.

Nach Knappe et al. (2012) werden für Gemische aus Bio- und Grünabfällen in der biologischen Behandlung folgende Produktmengen pro Tonne Abfallinput erzeugt:

- Frischkompost: 0,421 kg/kg Input
- Fertigkompost: 0,442 kg/kg Input
- Kompostierter Gärrest: 0,388 kg/kg Input

Die Werte wurden auch für Lebensmittelreste (Küchen- und Kantinenabfälle) verwendet. Dies dürfte in etwa auch für die Kompostierung zutreffen. Für die Vergärung liegen keine entsprechenden Daten vor. Hier wird jedoch davon ausgegangen, dass die Gärreste in der Regel nicht nachkompostiert, sondern direkt in der Landwirtschaft angewendet werden, was zu einem geringeren Substitutionspotenzial führen würde. Dennoch wurde die Bilanzierung für kompostierte Gärreste aus Küchen- und Kantinenabfällen gegenüber der allgemeinen Bilanzierung nicht verändert. Dies aufgrund von Datenlücken und da die NIR-Emissionsfaktoren einheitlich für die Vergärung verwendet werden, die wesentlich höher sind als die spezifischen Werte für die Vergärung ohne Nachkompostierung. Die Fehlerabweichung geht also in beide Richtungen.

Für kompostierte Gärreste ist der Anteil, der in der Landwirtschaft verwendet wird, wie in Knappe et al. (2012) mit 46 % angenommen. Laut IPCC (2006) werden für die Anwendung in der Landwirtschaft N_2O-N-Emissionen von 1 % bezogen auf den ausgebrachten Stickstoff berechnet. Die Gutschriften für die landwirtschaftliche Nutzung ergeben sich aus dem Nährstoffgehalt und dem Humusreproduktionspotenzial nach Knappe et al. (2012). Für die Anwendung von kompostierten Gärresten im Gartenbau wird analog zum aeroben Kompost die Hälfte der Substitution von Torf und Rindenhumus angerechnet.

4.2.8 Altholz

In Ermangelung von EU-spezifischen Daten ist die Berechnung für Altholz weitgehend in der gleichen Weise wie für Deutschland durchgeführt. Der einzige Unterschied, der für die EU angenommen ist, ist ein anderer Prozentsatz an Störstoffen als für Deutschland (5 % statt 1,6 %).

Für die stoffliche Verwertung von Altholz wurden die Emissionsfaktoren nach Prognos et al. (2008) für das Recycling von Spanplatten in feuchter Umgebung verwendet. Die entsprechenden spezifischen Emissionsfaktoren sind:

- Belastung: 366 kg CO_2-Äq/Mg Altholz
- Gutschrift: 431 kg CO_2-Äq/Mg Altholz

Die energetische Verwertung von Altholz ist auf die gleiche Art bilanziert wie die in Kapitel 4.2.4 beschriebene energetische Verwertung im Allgemeinen. Die Kenndaten – Heizwert und fossiler Kohlenstoffgehalt – sind einheitlich für alle Bilanzräume aus Flamme et al. (2018) entnommen:

- Heizwert: 16 MJ/kg
- Gehalt an fossilem Kohlenstoff: 2,3 %.

5 Siedlungsabfälle

Die Daten für Siedlungsabfälle basieren auf den an Eurostat gemeldeten Mengen und den Massenstromdaten nach dem EEA-Modell.

5.1 Methodik

Aus den beschriebenen Besonderheiten der Datenquellen des EEA-Modells (Kapitel 3.2.2) und den an Eurostat gemeldeten Siedlungsabfalldaten (Kapitel 3.2.1), wurde der im Folgenden beschriebene Ansatz gewählt.

Es wurde beschlossen, die Datenerhebung mit den folgenden Aktivitäten zu beginnen:

- Berechnung das Modell-Basisszenarios als wahrscheinlichste Entwicklung für alle 28 Länder,
- Verwenden der Eurostat-Daten 2017 (tatsächlich von den Mitgliedstaaten gemeldet), um die vom Modell berechneten Hauptströme anzupassen,
- Verwendung der Aufschlüsselung nach den wichtigsten Abfallströmen im EEA-Modell und der von den Ländern an Eurostat gemeldete Aufteilung der Behandlung als Mittel zur Anpassung der wichtigsten Ströme der Daten des EEA-Modells an die gemeldeten Trends, und
- Verwendung der Aufschlüsselung nach Materialien und der detaillierten Aufteilung der Behandlungen in % (z. B. 5 MBA-Typen und zugehörige Outputs), um sie auf die angepassten Hauptströme anzuwenden.

Um so vorzugehen, wurden Ähnlichkeiten zwischen den Eurostat-Daten und denen des EEA-Modells ermittelt, die hilfreich waren, um die Daten des EEA-Modells (Prognose) mit den realen Entwicklungen, die sich in den Eurostat-Daten widerspiegeln, abzugleichen (Ausnahme: es gab größere methodische Änderungen, die den "Trend" verursachten).

Tabelle 26: Vergleichbare und *anpassbare* Abfallströme der EEA-Modell- und Eurostat-Daten zu Siedlungsabfällen (SiAbf)

EEA-Modell	Eurostat
SiAbf-Aufkommen, davon	*SiAbf-Aufkommen*
Gesammelte Organikabfälle,	*Kompostierung und Vergärung*
Gesammelte trockene Wertstoffe	*Stoffliche Verwertung*
Gesammelte gemischte Abfälle (Restmüll)[1]	Deponierung Verbrennung insgesamt Sonstige Verwertung Sonstige Beseitigung

1. Kann nicht direkt angepasst werden, sondern wird als Differenz zwischen gesammeltem Abfall insgesamt (SiAbf-Aufkommen) und den getrennt gesammelten trockenen Wertstoffen und organischen Abfällen berechnet

Die Bereinigung mit Eurostat-Daten basiert auf den folgenden Annahmen:

1. Das Aufkommen von Siedlungsabfällen hat in beiden Datensätzen die gleiche Abdeckung;
2. Hinsichtlich der wichtigsten Abfallströme (gesammelte gemischte Abfälle (Restmüll)/ *gesammelte trockene Wertstoffe / gesammelte Organikabfälle)* ist eine Vergleichbarkeit zwischen den Eurostat-Daten und den Daten des EEA-Modells gegeben, wie in Tabelle 26 gezeigt;

3. Es wird davon ausgegangen, dass neben dem Strom *SiAbf-Aufkommen* die folgenden beiden Ströme für eine Anpassung geeignet sind
   a. *Gesammelte trockene Wertstoffe* (EEA-Modell) vs. *Stoffliche Verwertung* (Eurostat)
   b. *Gesammelte Organikabfälle* (EEA-Modell) vs. *Kompostierung und Vergärung* (Eurostat)

   Diese beiden Ströme stehen wahrscheinlich in einer engeren Beziehung (und mit einem spezifischen Faktor für 2015[28]) zwischen dem EEA-Modell und den Eurostat-Daten (in der Tabelle 26 kursiv markierte Ströme). Der Strom gesammelte gemischte Abfälle (Restmüll) ist weniger vergleichbar, da dieser Strom die Summe aller anderen in den Eurostat-Daten erfassten Behandlungsparameter darstellt und der Vergleich der differenzierten gemischten Restmüllfraktionen, die auf Deponien, in Verbrennungsanlagen und in MBAs entsorgt werden, eine umfassendere Berechnung mit dem EEA-Modell erfordern würde.

Auf der Grundlage der oben genannten Annahmen wurde für die Anpassung folgender Ansatz gewählt, wobei die Eurostat-Werte für die drei Ströme SiAbf-Aufkommen, trockene Wertstoffe und Organikabfälle verwendet wurden:

1. Anpassung des Wertes für SiAbf-Aufkommen 2017 des EEA-Modells, indem dieser auf den an Eurostat gemeldeten Wert gesetzt wurde;
2. Anpassung des nach dem EEA-Modell berechneten Trends 2015 bis 2017 für trockene Wertstoffe und Organikabfälle an den Eurostat-Trend wie folgt:
   a. Verwendung des Verhältnisses 2017 zu 2015 dieser beiden Ströme der EEA, um den Trend 2015 zu 2017, der sich in den Daten des EEA-Modells ergibt, zu "entfernen",
   b. Verwendung des Verhältnisses 2017 zu 2015 der beiden entsprechenden Eurostat-Ströme, um den Trend 2015 zu 2017 zu "erzwingen", der sich in den Eurostat-Daten widerspiegelt, d. h. die Daten, die den tatsächlichen Trend widerspiegeln.
3. Überprüfung der Eurostat-Metadaten auf Brüche, Ausreißer usw., um ggf. manuelle Korrekturen am Trendfaktor oder den Ergebnissen der bereinigten Zahlen vorzunehmen.
4. Verwendsung der bereigten Ströme trockene Wertstoffe und Organikabfälle, um den Strom gesammelte gemischte Abfälle (Restmüll) zu berechnen **SiAbf-Aufkommen$_{bereinigt}$ - trockene Wertstoffe$_{bereinigt}$ - Organikabfälle$_{bereinigt}$**

Nach dem oben beschriebenen Ansatz werden das SiAbf-Aufkommen und die drei Hauptströme der EEA-Modelldaten, die die Erstbehandlung beschreiben, an die gemeldete Größenordnung und die Trends über die beiden Jahre angepasst, die sich aus den Eurostat-Berichten ergeben.

Das weitere Vorgehen besteht in der Validierung der Berechnungen. Diese Validierung sollte nur für die größeren Länder durchgeführt werden, die 80 % oder mehr der 2 definierten EU-Cluster abdecken, sowie für die übrigen EU-Länder, die nicht in einem Cluster vertreten sind und die in der folgenden Tabelle 27 fett markiert sind. Die Validierung umfasste Folgendes:

5. Überprüfung der Eurostat-Metadaten auf methodische Änderungen; Korrekturen offensichtlicher Unstimmigkeiten (z. B. extrem unterschiedliche Trends aufgrund methodischer Brüche wie z. B. der Ausschluss von MBA-Mengen aus der Kompostierung/Vergärung in den Eurostat-Daten 2017 im Vergleich zu 2015).

[28] In Anbetracht der Tatsache, dass die Eurostat-Daten nicht genau mit den EEA-Werten für die in Tabelle 1 dargestellten Abfallströme übereinstimmen, aber auch in Anbetracht der Tatsache, dass Länderbesuche durchgeführt wurden, die genau diese Unterschiede beleuchteten, kann man davon ausgehen, dass die Werte für 2015 in einem gewissen Verhältnis zu den Eurostat-Werten stehen. In den Datenblättern für jedes Land werden die Eurostat-Daten für die in Tabelle 1 dargestellten Ströme mit den Daten des EEA-Modells für die Jahre 2010 bis 2017 verglichen und die Quoten berechnet. Von besonderem Interesse sind die Quoten für 2015, da diese die letzten verfügbaren tatsächlichen Daten aus der Datenerhebung für das EEA-Modell widerspiegeln.

6. Vergleich aller relevanten Untergliederungen in %, die im Modell 2017 und 2015 verwendet wurden, und Bereinigung größerer Unstimmigkeiten (dokumentiert in den unten in Klammern aufgeführten Tabellen des Anhangs A.1)
   a. Gesamtzusammensetzung von Siedlungsabfällen nach Materialien (Tabelle 104),
   b. Untergliederungen der Restmüllbehandlung (Deponierung, Verbrennung und MBA), einschließlich weiterer Aufschlüsselungen von MBA (5 Arten) und Verbrennung (4 Arten)
      (Tabelle 107),
   c. Untergliederungen der Behandlung von Organikabfällen (Kompostierung und Vergärung), einschließlich weiterer Unterteilungen bei Kompostierung (2 Arten) und bei Vergärung (5 Arten) (Tabelle 108 und Tabelle 109)
   d. Erfassungsquoten für trockene Wertstoffe und Organikabfälle (Tabelle 105)
   e. Verlustraten zur Berechnung der Rückstände für trockene Wertstoffe und Organikabfälle (Tabelle 106),
7. Vergleich der berechneten Restmüllzusammensetzung mit den Daten zur stofflichen Zusammensetzung aus der Literaturrecherche (z. B. aus nationalen Abfallwirtschaftsplänen) (Tabelle 110),
8. Wenn bekannt ist, dass die Meldung an Eurostat dem Konzept des Letztverbleibs nahekommt: Vergleich der vom Modell für den Letztverbleib berechneten Beträge mit den Eurostat-Daten.

Während der Arbeit an den oben genannten Punkten 1 und 2 für die größeren Länder stellte sich heraus, dass einige größere Brüche in den Eurostat-Daten oder einige offensichtliche Fehler im Modell auftraten (Aufschlüsselungen von mehr als 100 %, Erfassungsquoten von mehr als 100 %), die auf jeden Fall korrigiert werden müssen. Aus diesem Grund mussten die Validierungen 1 und 2 für alle Länder durchgeführt werden, während die übrigen Validierungen nur auf die 12 größeren Länder angewendet wurden, die in Tabelle 27 **fett** dargestellt sind (mit Ausnahme der Daten über die Zusammensetzung, die nur für die 14 in der rechten Spalte markierten Länder verfügbar waren).

Die Anteile der EU-Gruppen am Ende der Tabelle zeigen, in welchem Umfang die jeweilige EU-Gruppe von der Validierung erfasst wurde, bezogen auf die Bevölkerung der erfassten Länder (81 % bis 84 %, zweite Spalte rechts). Dies bedeutet, dass die 12 Länder, die in Tabelle 27 **fett** markiert sind, mehr als 80 % der Bevölkerung des jeweiligen Clusters/der jeweiligen Gruppe abdecken. Diese 12 Länder decken auch mehr als 80 % der beiden EU-Aggregate ab (81 % der EU28, 84 % der EU27). Da die Verfügbarkeit von Daten zur stofflichen Zusammensetzung für die ausgewählten größeren Länder unterschiedlich war, zeigen die Anteile am Ende der rechten Spalte die entsprechenden Anteile für die Überprüfung der verfügbaren Daten zur stofflichen Zusammensetzung (45 % bis 91 %). Es ist zu erkennen, dass die Verfügbarkeit von Daten zur stofflichen Zusammensetzung in Cluster 1 gering war (45 %), aber aufgrund der Tatsache, dass Cluster 1 nur ein Fünftel der gesamten EU-Bevölkerung ausmacht, belaufen sich die Anteile der überprüften Daten zur stofflichen Zusammensetzung für die EU-Aggregate immer noch auf 78 %.

Tabelle 27: Länder, die mehr als 80 % der beiden EU-Cluster abdecken, und die verbleibenden Länder ohne Cluster (fett gedruckt), die für die Validierung in Betracht kommen, sowie Länder mit überprüften Daten zur Zusammensetzung

Cluster	Land	Ländercode	Bevölkerung 2017	Anteil innerhalb der Gruppe	Gemeinsamer Anteil der **großen/**kleinen Länder	Verwendete Zusammensetz-ungsdaten (**x = ja**)
1	Malta	MT	460.297	0 %	17 %	
	Zypern	CY	854.802	1 %		
	Estland	EE	1.315.635	1 %		**X**
	Lettland	LV	1.950.116	2 %		
	Litauen	LT	2.847.904	3 %		
	Kroatien	HR	4.154.213	4 %		**X**
	Slowakei	SK	5.435.343	5 %		
	Bulgarien	**BG**	**7.101.859**	**7 %**	**83 %**	
	Ungarn	**HU**	**9.797.561**	**10 %**		**X**
	Griechenland	**EL**	**10.768.193**	**11 %**		**X**
	Rumänien	**RO**	**19.644.350**	**19 %**		**X**
	Polen	**PL**	**37.972.964**	**37 %**		
2	Irland	IE	4.784.383	3 %	16 %	**X**
	Finnland	FI	5.503.297	3 %		
	Dänemark	DK	5.748.769	4 %		
	Schweden	SE	9.995.153	6 %		
	Portugal	**PT**	**10.309.573**	**6 %**	**84 %**	
	Tschechische Republik	**CZ**	**10.578.820**	**7 %**		**X**
	Spanien	**ES**	**46.528.024**	**29 %**		**X**
	Frankreich	**FR**	**66.804.121**	**42 %**		**X**
verbleibende EU-Länder, die nicht zu einem Cluster gehören	Luxemburg	LU	590.667	0 %	16 %	**X**
	Slowenien	SI	2.065.895	1 %		
	Österreich	AT	8.772.865	4 %		
	Belgien	BE	11.351.727	5 %		
	Niederlande	NL	17.081.507	7 %		**X**
	Italien	**IT**	**60.589.445**	**24 %**	**84 %**	**X**
	Vereinigtes Königreich	**UK**	**65.844.142**	**26 %**		**X**
	Deutschland	**DE**	**82.521.653**	**33 %**		**X**
	Cluster 1		102.303.237	100 %	**83 %** / 17 %	**45 %** / 55 %
	Cluster 2		160.252.140	100 %	**84 %** / 16 %	**80 %** / 20 %
	Verbleibende Länder, die nicht in Clustern		248.817.901	100 %	**84 %** / 16 %	**91 %** / 9 %
	EU27		445.529.136		**81 %** / 19 %	**78 %** / 22 %
	EU28		511.373.278		**84 %** / 16 %	**78 %** / 22 %

1) Eurostat: Bevölkerung am 1. Januar 2017 (demo_gind), abgerufen am 08.08.2019

Die Materialströme *Elektro- und Elektronik-Altgeräte*, *Batterien und Akkumulatoren, gefährliche Abfälle (ohne Elektro- und Elektronik-Altgeräte), Schutt und Böden* sowie bei den trockenen Wertstoffen *Textilien* sind nicht Gegenstand dieser Studie, mussten aber in den Berechnungen beibehalten werden, um mit den Eurostat-Daten, die diese Ströme enthalten, kohärent zu sein.. Die Herausnahme dieser Ströme aus den Berechnungen hätte zu falschen Anpassungsfaktoren geführt. Daher werden diese Ströme bei den Gesamtberechnungen der Siedlungsabfalldaten verwendet, aber bei den schließlich vorgelegten Mengen und den Treibhausgasbilanzen nicht berücksichtigt.

Die in Kapitel 5.2.1 bis 5.2.4 angegebenen Mengen stellen die Aggregate der Zahlen für die erfassten Materialien für alle Mitgliedstaaten außer Deutschland dar, die auf der Grundlage der

erläuterten Methodik berechnet wurden (EEA-Modell und an Eurostat gemeldete Siedlungsabfallstatistik, siehe Anhang A.3, jeweilsSpalte "Insgesamt im Geltungsbereich"). Die Werte aus Deutschland wurden der separaten Datenerhebung der deutschen Daten entnommen (siehe Teilbericht Deutschland). Da sich die Struktur der deutschen Daten von den auf europäischer Ebene abgeleiteten Untergliederungen der Daten über feste Siedlungsabfälle unterscheidet, werden die deutschen Daten nicht in Anhang A.3 dargestellt, sondern nur in den nächsten Kapiteln auf aggregierter Ebene dargestellt.

5.2 Abfallaufkommen und -behandlung

5.2.1 Aufkommen Siedlungsabfälle

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über das Aufkommen an festen Siedlungsabfällen. Unter Tabelle 28 sind die Mengen nach den Hauptströmen aufgeführt, die in den folgenden Kapiteln ausführlicher behandelt werden (Erstbehandlung und deren Ergebnisse):

- gemischter Abfall (Restmüll) (Kapitel 5.2.2),
- getrennt gesammelte Fraktionen
  - trockene Wertstoffe (Kapitel 5.2.4)
  - Organikabfälle (Kapitel 5.2.3)

Die nicht gesammelten Mengen sind in einer separaten Spalte aufgeführt und beziehen sich auf Mengen, die in Gebieten ohne ein System zur Sammlung von Siedlungsabfällen anfallen. Diese Mengen wurden von vier Ländern in geringem Umfang geschätzt und gemeldet und galten als deponiert.

Alle vorgestellten Tabellen umfassen die Cluster 1 und 2, das EU27-Aggregat ohne Deutschland, Deutschland (DE), die EU27 und die EU28 Aggregate. Dieses Aggregat EU27 (ohne DE) wurde erstellt und präsentiert, um die Berechnung der Aggregate EU27 und EU28 durch Addition der deutschen Daten transparent zu machen. Das EU27 (ohne DE)-Aggregat wird auch in Anhang A.3 dargestellt, um die Kohärenz mit den unten dargestellten Daten zu gewährleisten. Alle Parameter sind in den Einheiten 1.000 Tonnen, kg pro Kopf und Prozent (bezogen auf die fett gedruckten Gesamtmengen) angegeben. Alle Tabellen beruhen auf den Tabellen mit den detaillierten Daten in Anhang A.3.

Es ist ersichtlich, dass das Gesamtaufkommen an festen Siedlungsabfällen in der EU28 241 Millionen Tonnen für die erfassten Materialien oder 471 kg pro Kopf beträgt. In Cluster 1 ist das Pro-Kopf-Aufkommen am niedrigsten (353 kg/Kopf), während Deutschland mit 597 kg pro Kopf das höchste Aufkommen aufweist.

Der Grad der gemischten und getrennten Sammlung zeigt das erwartete Muster. Während in Cluster 1 73 % des erzeugten Abfalls Restmüll ist, ist dieser Anteil in Cluster 2 und den EU-Aggregaten zunehmend geringer und in Deutschland mit 42 % am niedrigsten. Diese Beobachtung spiegelt sich auch in den Pro-Kopf-Mengen an gesammelten trockenen Wertstoffen und organischen Abfällen wider, die in Cluster 1 am niedrigsten und in Deutschland am höchsten sind.

Die Pro-Kopf-Mengen an gesammeltem Restmüll liegen in allen Gruppen und Deutschland (außer Cluster 2) mit 252 bis 278 kg/Kopf in einer ähnlichen Größenordnung. Dies zeigt, dass viele Länder mit einem hohen Anteil an getrennter Sammlung ein höheres Abfallaufkommen pro Kopf haben. Nicht gesammelte Mengen fallen hauptsächlich in Cluster 1 und in geringerem Umfang in Cluster 2 an, allerdings in insgesamt geringen Mengen.

Tabelle 28: Aufkommen von Siedlungsabfällen, 2017

Cluster	Restmüll		Trockene Wertstoffe[3)]	Organikabfälle[4)]	Aufkommen insgesamt
	Gesammelt[1)]	Ungesammelt[2)]			
1.000 Tonnen					
Cluster 1	26.406	455	6.863	2.388	**36.112**
Cluster 2	52.176	44	16.380	9.639	**78.240**
EU27 (ohne DE)	100.781	499	37.767	23.526	**162.573**
DE	20.821	0	17.269	11.143	**49.232**
EU27	121.602	499	55.035	34.669	**211.805**
EU28	138.844	499	62.456	39.150	**240.949**
kg/E					
Cluster 1	258	4	67	23	**353**
Cluster 2	326	0	102	60	**488**
EU27 (ohne DE)	278	1	104	65	**448**
DE	252	0	209	135	**597**
EU27	273	1	124	78	**475**
EU28	272	1	122	77	**471**
%					
Cluster 1	73 %	1 %	19 %	7 %	**100 %**
Cluster 2	67 %	0 %	21 %	12 %	**100 %**
EU27 (ohne DE)	62 %	0 %	23 %	14 %	**100 %**
DE	42 %	0 %	35 %	23 %	**100 %**
EU27	57 %	0 %	26 %	16 %	**100 %**
EU28	58 %	0 %	26 %	16 %	**100 %**

Quelle: Tabellen:

1) Tabelle 114 und Tabelle 115.

2) Tabelle 116 und Tabelle 117.

3) Tabelle 129 und Tabelle 130.

4) Tabelle 122 und Tabelle 123.

5.2.2 Gesammelter Restmüll

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Berechnungen für die Sammlung und Behandlung von Restmüll vorgestellt. Restmüll umfasst im Rahmen dieser Studie die folgenden Ströme:

- Haushalts- und Geschäftsabfälle (gemeinsam gesammelt)
- Haushaltsähnliche Gewerbeabfälle (getrennt gesammelt)
- Sperrmüll, der zur Verbrennung, Deponierung oder MBA gesammelt wird
- Straßenreinigungsabfälle

Diese Ströme werden durch das Konzept des EEA-Modells abgedeckt, aber das EEA-Modell unterscheidet nicht zwischen diesen Strömen. Tatsächlich spiegeln die Daten die Mischung der gemischten (Rest-)Abfallströme durch die 16 Materialien wider, die von den Daten des Modells erfasst werden.

Tabelle 29 zeigt die Erstbehandlung des gesamten gesammelten Restmülls, aufgeschlüsselt nach den wichtigsten Behandlungskategorien wie folgt:

- Mechanisch-biologische Behandlung (MBA)
- Verbrennung (im Anhang auch abgekürzt als Verbr)
- Deponie (im Anhang auch abgekürzt als Dep)

Tabelle 29: Restmüllbehandlung, 2017

Cluster	MBA	Verbrennung	Deponie	Behandelter Restmüll insgesamt
1.000 Tonnen				
Cluster 1	12.145	1.220	13.040	**26.406**
Cluster 2	15.357	21.491	15.329	**52.176**
EU27 (ohne DE)	38.420	33.163	29.199	**100.781**
DE	6.856	13.960	5	**20.821**
EU27	45.275	47.123	29.204	**121.602**
EU28	51.042	53.832	33.970	**138.844**
kg/E				
Cluster 1	119	12	127	**258**
Cluster 2	96	134	96	**326**
EU27 (ohne DE)	106	91	80	**278**
DE	83	169	0	**252**
EU27	102	106	66	**273**
EU28	100	105	66	**272**
%				
Cluster 1	46 %	5 %	49 %	**100 %**
Cluster 2	29 %	41 %	29 %	**100 %**
EU27 (ohne DE)	38 %	33 %	29 %	**100 %**
DE	33 %	67 %	0 %	**100 %**
EU27	37 %	39 %	24 %	**100 %**
EU28	37 %	39 %	24 %	**100 %**

Quelle: Tabelle 118 und Tabelle 119.

Es zeigt sich, dass die Daten die unterschiedlichen Konzepte der Restmüllbewirtschaftung in den einzelnen Mitgliedstaaten gut widerspiegeln, wobei die Deponierung die am wenigsten ehrgeizige und die Verbrennung die fortschrittlichste und kostspieligste Art der Behandlung ist.

Cluster 1 setzt im Vergleich zu den anderen Clustern sehr stark auf die Deponierung (49 %) als Restmüllbehandlung. Auch die Behandlung in MBA hat in Cluster 1 in den letzten Jahren stark zugenommen und liegt fast auf dem gleichen Niveau wie die Deponierung, während die Verbrennung eine geringe Rolle spielt (5 %). Bemerkenswert ist die Strategie von Cluster 2, wo die Verbrennung die wichtigste Behandlungsoption ist (41 %), gefolgt von gleich großen Anteilen von 29 % für MBA und Deponierung.

Für das EU27 (ohne DE)-Aggregat liegt die Deponierung auf dem gleichen Niveau wie für Cluster 2 (29 %), aber die wichtigste Behandlung ist die MBA mit einem Anteil von 38 %. Für die EU27 und EU28 ist die Verbrennung (39 %) die wichtigste Behandlung von Restmüll, gefolgt von MBA (37 %) und Deponierung (24 %). Die höheren Verbrennungsraten und niedrigeren Deponierungsraten im Vergleich zur EU27 (ohne DE) sind auf die Einbeziehung Deutschlands zurückzuführen, wo die Verbrennung am wichtigsten ist (67 %) und die Deponierung gleich Null ist.

In den Quelltabellen (siehe Anhang A.1.4) werden die durch Verbrennung und MBA behandelten Mengen weiter nach 4 bzw. 5 Arten unterteilt. Die folgenden Verbrennungstypen werden durch ihre Art der energetischen Verwertung abgedeckt:

- Verbrennung 1: nur Elektrizität
- Verbrennung 2: Kraft-Wärme-Kopplung (KWK): Nutzung von Wärme und Strom.
- Verbrennung 3: nur Wärme
- Verbrennung 4: keine energetische Verwertung

Die folgenden MBA-Typen werden abgedeckt:

- MBA 1 - Biostabilisierung: Mechanische Abtrennung von Metallen und Kunststoffen, anschließende biologische Stabilisierung (Kompostierung von Mischabfällen) mit anschließender Deponierung oder Rekultivierung,
- MBA 2 - Biologische Trocknung, kein Kunststoffrecycling: Mechanische Trennung nur von Metallen, der Rest wird für die Herstellung von Ersatzbrennstoff (EBS) und die Deponierung von Rückständen biologisch getrocknet,
- MBA 3 - Biologische Trocknung mit Kunststoffrecycling: wie MBA 2, aber zusätzlich eine Trennung der Kunststoffe,
- MBA 4 - auf Basis von AD: Mechanische Trennung von Metallen und Kunststoffen, anschließende Vergärung und Deponierung der Gärreste, keine EBS-Produktion,
- MBA 5 - Basissortierung + Energieerzeugung: Mechanische Trennung von Metallen und Kunststoffen, Rückstände werden deponiert (Inertstoffe) oder verbrannt (heizwertreiche Fraktionen).

Für Deponien ist keine weitere Charakterisierung durch das Modell vorgesehen.

Tabelle 30 zeigt die Outputdaten von MBAs. Die Outputs werden im EEA-Modell für die folgenden Kategorien berechnet:

- Deponie
- Energetische Verwertung (durch Mitverbrennung oder als Ersatzbrennstoff)
- Rekultivierung (für die Landschaftsgestaltung oder zur Abdeckung von Deponien)
- Recycling
- Massenverlust (durch biologischen Abbau und Wasserverdunstung)

Die Gesamtbeträge in Tabelle 30 entsprechen dem Input für MBA in Tabelle 29, da die Massenverluste ebenfalls durch das Modell geschätzt werden. Die Verteilung der Outputmengen

auf die verschiedenen Letztverbleibe ergibt sich aus den im Modell festgelegten clusterspezifischen Mischungen von MBA-Typen, da die Massenstromannahmen zwischen den MBA-Typen variieren und für alle Länder gleich berechnet werden (siehe Tabelle 112). Die Annahmen berücksichtigen keine energetische Verwertung für MBA 1 und MBA 4, bei denen der Schwerpunkt auf der Biostabilisierung liegt, während bei den anderen MBA-Typen, insbesondere bei MBA 5, davon ausgegangen wird, dass der Schwerpunkt zunehmend auf der Abtrennung heizwertreicher Materialien zur energetischen Verwertung liegt. Die deutschen Daten stammen, wie bereits erwähnt, aus einem anderen Datenpool und nicht aus dem EEA-Modell.

Tabelle 30: MBA-Outputs, 2017

Cluster	Deponie	Energierück-gewinnung	Rekultivierung[1]	Recycling	Massen-verlust	Insgesamt
1.000 Tonnen						
Cluster 1	5.290	2.958	1.336	410	2.151	**12.145**
Cluster 2	5.644	1.327	2.939	474	4.974	**15.357**
EU27 (ohne DE)	16.955	4.648	6.020	1.274	9.524	**38.420**
DE	639	5.317	0	262	638	**6.856**
EU27	17.594	9.964	6.020	1.535	10.162	**45.275**
EU28	18.716	13.099	6.404	1.738	11.084	**51.042**
kg/E						
Cluster 1	52	29	13	4	21	**119**
Cluster 2	35	8	18	3	31	**96**
EU27 (ohne DE)	47	13	17	4	26	**106**
DE	8	64	0	3	8	**83**
EU27	39	22	14	3	23	**102**
EU28	37	26	13	3	22	**100**
%						
Cluster 1	44 %	24 %	11 %	3 %	18 %	**100 %**
Cluster 2	37 %	9 %	19 %	3 %	32 %	**100 %**
EU27 (ohne DE)	44 %	12 %	16 %	3 %	25 %	**100 %**
DE	9 %	78 %	0 %	4 %	9 %	**100 %**
EU27	39 %	22 %	13 %	3 %	22 %	**100 %**
EU28	37 %	26 %	13 %	3 %	22 %	**100 %**

1) Im EEA-Modell „Land Recovery".

Quelle: Tabelle 120 und Tabelle 121.

Mit Ausnahme von Deutschland, wo die energetische Verwertung bei der Behandlung von MBA-Ergebnissen dominiert (78 %), ist die Deponierung die wichtigste Behandlungsoption für MBA-Outputs, die zwischen 37 % für Cluster 2 und 44 % für Cluster 1 und EU27 (ohne DE) liegt. Die

deutschen Daten für den Anteil der MBA-Outputs, die deponiert werden (9 %), verringern die Deponieanteile der Outputs aus der EU27 (39 %) und der EU28 (37 %). Das Gleiche gilt für den Massenverlust und die Rekultivierung, wo die niedrigen deutschen Werte die Anteile der EU27 und EU28 im Vergleich zur EU27 (ohne DE) verringern. Die Verwertungsquoten sind mit 3 % generell niedrig und für alle Cluster gleich, wobei Deutschland (4 %) trotz der unterschiedlichen Datenquellen in einer ähnlichen Größenordnung liegt.

Im folgenden Kapitel wird die Behandlung von organischen Abfällen vorgestellt.

5.2.3 Organikabfälle

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Berechnungen für das Aufkommen und die Behandlung von getrennt gesammelten Organikabfällen vorgestellt. Die im EEA-Modell verfügbaren Organikabfälle umfassen die folgenden Ströme:

- Lebensmittelreste
- Grünabfälle
- Andere Bioabfälle (keine eindeutige Zuordnung zu Lebensmittel- oder Grünabfällen möglich)

Tabelle 31 zeigt die Behandlung und die Rückstände der getrennt gesammelten organischen Abfallmengen. Sie ist wie folgt nach den wichtigsten Behandlungskategorien aufgeschlüsselt:

- Offene Kompostierung
- Geschlossene Kompostierung
- Vergärung

Im EEA-Modell wird davon ausgegangen, dass die Rückstände aus der Behandlung von Organikabfällen deponiert oder verbrannt werden. Für sie gelten Störstoffanteile (siehe Tabelle 106), die auf die **gesammelten** Mengen von Organikabfällen angewandt werden**, von denen** im Modell angenommen wird, dass sie den **Inputs** für die drei oben genannten Arten der Behandlung von Organikabfällen entsprechen (Spalten 2 bis 4 unten). Die Mengen sind somit in Tabelle 31 in der Spalte "Input insgesamt" angegeben, die sich auf die gesammelten Mengen an organischen Abfällen bezieht. Die prozentualen Anteile der Rückstände, die deponiert oder verbrannt werden, beziehen sich dann wieder auf den Gesamtinput und summieren sich daher nicht zu 100 %. In der Logik des Modells stellen die Differenzen der Rückstände zu 100 % die Recyclingraten für Organikabfälle dar.

Die Darstellung der Daten ist auf die Gesamtverbrennung beschränkt. Die in den Quelltabellen dargestellten Daten enthalten auch die Aufschlüsselung nach den 4 Arten der Verbrennung, wie sie unter Restmüll in Kapitel 5.2.2 beschrieben sind.

Die Gesamtmenge der in der EU28 gesammelten Organikabfälle beträgt 39 Millionen Tonnen, was 77 kg pro Kopf in der EU28 und 78 kg pro Kopf in der EU27 entspricht. Wie zu erwarten, ist die Menge der gesammelten organischen Abfälle in den Clustern 1 und 2 pro Kopf geringer als im EU-Durchschnitt. In Cluster 1 werden viel weniger Organikabfälle gesammelt (23 kg/Kopf) als in Cluster 2 (60 kg/Kopf).

Neben den Unterschieden bei den Pro-Kopf-Beträgen in den verschiedenen Gruppen und Deutschland ist auch die Verteilung auf die verschiedenen Arten der Behandlung von Organikabfällen unterschiedlich. In Cluster 1 dominiert mit 78 % die offene Kompostierung, während in Cluster 2 72 % der Inputs auf die geschlossene Kompostierung entfallen. Der Anteil der Vergärung ist in Cluster 1 am niedrigsten (6 %), gefolgt von Cluster 2 (10 %) und ist in

Deutschland am höchsten (32 %). Letzteres ist der Grund für den Unterschied der Vergärungs-Anteile zwischen der EU27 (ohne DE) (16 %) und der EU27 (21 %) sowie der EU28 (20 %).

Tabelle 31: Behandlung von Organikabfällen und Rückstände, 2017

Cluster	Offene Kompostierung	Geschlossene Kompostierung	Vergä-rung	Input gesamt	Rückstände zur	
					Verbren-nung[1]	Deponie
1.000 Tonnen						
Cluster 1	1.870	375	143	**2.388**	31	92
Cluster 2	1.661	6.978	1.001	**9.639**	327	190
EU27 (ohne DE)	7.629	12.143	3.753	**23.526**	943	345
DE	4.266	2.960	3.594	**11.143**	863	0
EU27	11.895	15.104	7.348	**34.699**	1.806	345
EU28	14.800	16.113	7.916	**39.150**	1.958	453
kg/E						
Cluster 1	18	4	1	**23**	0	1
Cluster 2	10	44	6	**60**	2	1
EU27 (ohne DE)	21	33	10	**65**	3	1
DE	52	36	44	**135**	10	0
EU27	27	34	16	**78**	4	1
EU28	29	32	15	**77**	4	1
%						
Cluster 1	78 %	16 %	6 %	**100 %**	1 %	4 %
Cluster 2	17 %	72 %	10 %	**100 %**	3 %	2 %
EU27 (ohne DE)	32 %	52 %	16 %	**100 %**	4 %	1 %
DE	38 %	27 %	32 %	**100 %**	8 %	0 %
EU27	34 %	44 %	21 %	**100 %**	5 %	1 %
EU28	38 %	41 %	20 %	**100 %**	5 %	1 %

1) Für Deutschland wurden 322.000 Tonnen Organikabfälle direkt in Biomasseheizkraftwerken behandelt. Diese Mengen wurden der Verbrennung von Rückständen zugerechnet und sind in der Gesamtmenge enthalten, die gesammelt wurde. Aus diesem Grund ist die Summe der drei Behandlungsmethoden für Organikabfälle (offene Kompostierung, geschlossene Kompostierung, Vergärung) niedriger als die Gesamtmenge, die für DE, EU27 und EU28 gesammelt wurde.
Quellen-Tabellen: Behandlung: Tabelle 124 und Tabelle 128 Rückstände: Tabelle 133 und Tabelle 134.

Die gesamten Störstoffanteile (Summe der dargestellten Anteile an deponierten und verbrannten Rückständen) aller EU-Cluster ohne Deutschland (5 %), die sich ausschließlich aus dem EEA-Modell ergeben, sind niedriger als die für Deutschland aus nationalen Datenquellen (8 %). Die Quoten von EU27 und EU28 (beide 6 %) sind wiederum ein Ergebnis des Einflusses der höheren Quote von Deutschland. Die Verteilung der Rückstände-Behandlung auf die Kategorien Deponierung und Verbrennung ist ein Ergebnis der Modellannahmen und spiegelt

im Prinzip die Behandlungsstrategien für Restmüll wider, mit Ausnahme von MBAs, bei denen im Modell angenommen wird, dass sie keine Rückstände behandeln.

In den Quelltabellen (siehe Anhang A.3.2) werden die durch Vergärung behandelten Mengen je nach Verwendung des Biogases wie folgt in 5 Arten unterteilt (im Anhang auch abgekürzt als Verg 1-Verg 5):

- Vergärung 1 – Nur Strom
- Vergärung 2 – Kraft-Wärme-Kopplung (KWK): Wärme und Strom werden genutzt.
- Vergärung 3 – Gas ins Gasnetz
- Vergärung 4 – Gas zu Fahrzeugkraftstoff
- Vergärung 5 – Nur Gas zum Abfackeln (keine Energierückgewinnung)

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Forschungsarbeiten zur Eigenkompostierung in der EU zusammengefasst.

5.2.3.1 Eigenkompostierung

Die Eigenkompostierung von Organikabfällen ist in vielen EU-Mitgliedstaaten weit verbreitet, doch gibt es nur wenige zuverlässige Daten über die entsprechenden Mengen. Mehrere Länder ermutigen und/oder fördern aktiv die Eigenkompostierung von Bioabfällen durch eine Vielzahl von Maßnahmen. Zu diesen Ländern gehören Belgien (flämische Region), Bulgarien, Kroatien, Finnland, Griechenland, Ungarn, Litauen, Polen, Rumänien, Slowenien, die Slowakei und das Vereinigte Königreich.

Die meisten EU-Länder beziehen jedoch die eigenkompostierten Mengen nicht in die Berechnung und Meldung des Aufkommens an festen Siedlungsabfällen und Recycling 2017 ein. Die Eigenkompostierung wird daher nicht regelmäßig gemessen. Außerdem ist die Messung der Eigenkompostierung eine methodische Herausforderung. Zu den wenigen Ländern, die die Eigenkompostierung in ihren Daten über feste Siedlungsabfälle berücksichtigen, gehören für 2017 Finnland, Schweden und Italien.

Die verfügbaren Daten variieren erheblich in Bezug auf die Quantität und wahrscheinlich auch in Bezug auf die Qualität. Die entsprechenden Informationen werden im Folgenden zusammengefasst:

- In Österreich spielt die Eigenkompostierung eine wichtige Rolle, vor allem in ländlichen Gebieten. Im Jahr 2018 wurden bundesweit schätzungsweise 1,5 Millionen Tonnen biogene Materialien durch Eigenkompostierung verwertet. Daraus lässt sich eine jährliche Menge von 169 kg/Kopf pro Person ableiten. Die Menge wurde auf Basis einer Studie der Fachabteilung "Umweltschutz" des Landes Oberösterreich in Zusammenarbeit mit dem statistischen Landesamt ermittelt und an die regionalen Gegebenheiten angepasst. Die Schätzung zeigt, dass die Menge an selbst kompostiertem Material höher ist als die Menge an getrennt gesammelten organischen Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen von 1,035 Millionen Tonnen. (BMK AT 2020).

- Dänemark berichtet in seinem Nationalen Inventarbericht, dass im Jahr 2017 23.000 Tonnen Grünabfälle- und pflanzliche Lebensmittelabfälle kompostiert wurden, was 4 kg/Kopf entspricht (NIR DK 2019). Bei dieser Zahl handelt es sich um eine Aktualisierung der Studienergebnisse für die Referenzjahre 2001. (Petersen & Kielland 2003) Laut der Studie aus dem Jahr 2003 bezieht sich die ermittelte Menge nur auf pflanzliche Lebensmittelabfälle und nicht auf Grünabfälle, was die vergleichsweise geringe Pro-Kopf-Menge erklären würde.

- In der flämischen Abfallpolitik ist die Förderung der Heimkompostierung von Gemüse-, Obst- und Grünabfällen ein Schlüsselelement, das z. B. durch Kurse, Kampagnen und Informationsmaterial aktiv gefördert wird. Infolgedessen kompostieren etwa 52 % der Bevölkerung zu Hause - gegenüber 5 % im Jahr 1991 - und schätzungsweise 106.000 Tonnen (16 kg/Kopf) von Organikabfällen werden auf diese Weise behandelt. (EEA(a) 2016).
- Wie bereits erwähnt, ist Finnland eines der EU-Länder, das in seinen Daten über das Aufkommen an festen Siedlungsabfällen und das Recycling auch die Menge an Eigenkompostierung berichtet. Ein Ziel von 6 % der erzeugten festen Siedlungsabfälle für die Eigenkompostierung war Teil des nationalen Abfallplans, der bis 2016 lief. Die jährliche Menge an eigenkompostierten organischen Abfällen wird mit 54.000 Tonnen bzw. 9,8 kg/Kopf angegeben. Es scheint, dass Finnland die gleiche Schätzung für die Eigenkompostierung bereits seit dem Bezugsjahr 2000 verwendet. (EEA(b) 2016).
- In Schweden werden die Zahlen für die Eigenkompostierung ebenfalls in das kommunale Abfallaufkommen einbezogen. "Bei der Kompostierung von Haushaltsabfällen wie Lebensmittelabfällen ist eine Registrierung der Eigenkompostierung durch die Haushalte erforderlich, und bei fehlenden Daten können Standardwerte von 180 Kilogramm pro Haushalt und Jahr in Einfamilienhäusern und 100 Kilogramm pro Haushalt und Jahr in Mehrfamilienhäusern zur Schätzung verwendet werden." (EEA(c) 2016).
- Frankreich hat 2006 einen nationalen Förderplan für die Eigenkompostierung aufgelegt und 2008 eine auf Interviews basierende Umfrage zur Eigenkompostierung durchgeführt. Auf der Grundlage dieser Umfrage schätzt Frankreich, dass etwa 4,1 Millionen Tonnen oder 65 kg/Kopf Organikabfälle durch Eigenkompostierung entsorgt werden (3,5 Millionen Tonnen Grünabfälle; 0,6 Millionen Tonnen Küchenabfälle), was in etwa der Menge an organischen Abfällen entspricht, die von den öffentlichen Diensten getrennt gesammelt und kompostiert werden. (ADEME 2009).

Die zitierten Zahlen zeigen, dass die Daten über die Eigenkompostierung spärlich sind, und ihre Qualität scheint oft begrenzt zu sein, da sie meist auf einmaligen Studien beruhen, die in einigen Fällen recht alt sind. Die Datenverfügbarkeit wird sich jedoch in den kommenden Jahren aufgrund der Neufassung der Richtlinie 2008/98/EG (ARRL) höchstwahrscheinlich verbessern. Die Richtlinie sieht vor, dass die EU-Mitgliedstaaten die Eigenkompostierung organischer Siedlungsabfälle auf die in Artikel 11 Absatz 2 festgelegten Recyclingquoten für feste Siedlungsabfälle anrechnen können. Eine Methode zur Berechnung der in Artikel 4 Absatz 3 genannten an der Quelle getrennten und recycelten organischen Siedlungsabfälle ist in Anhang II des Beschlusses 2019/1004/EU festgelegt, der im Juni 2019 veröffentlicht wurde. In Anbetracht der ehrgeizigen künftigen Recyclingziele ist es wahrscheinlich, dass mehrere Länder die Mengen an eigenkompostierten organischen Abfällen in die Berechnung ihrer Recyclingraten einbeziehen werden.

5.2.4 Trockene Wertstoffe

Tabelle 32 zeigt die verwerteten Mengen und Rückstände der getrennt gesammelten trockenen Wertstoffe. Da das EEA-Modell davon ausgeht, dass alle trockenen Wertstoffe einer mechanischen Trennung (z. B. Sortierung) unterzogen werden, können die in der Spalte "Trockene Wertstoffsammlung" erfassten Mengen als Input für die Kategorien der mechanischen Trennung betrachtet werden.

Tabelle 32: Trockene Wertstoffe und Rückstände, 2017

Cluster	Recycelt	Rückstände zur		Trockene Wertstoffsammlung
		Verbrennung	Deponie	
1.000 Tonnen				
Cluster 1	5.815	238	811	**6.863**
Cluster 2	14.341	1.159	879	**16.380**
EU27 (ohne DE)	32.668	3.159	1.940	**37.767**
DE	13.784	3.482	3	**17.269**
EU27	46.451	6.641	1.943	**55.035**
EU28	52.959	7.175	2.322	**62.456**
kg/E				
Cluster 1	57	2	8	**67**
Cluster 2	89	7	5	**102**
EU27 (ohne DE)	*90*	*9*	*5*	***104***
DE	167	42	0	**209**
EU27	104	15	4	**124**
EU28	*104*	*14*	*5*	***122***
%				
Cluster 1	85 %	3 %	12 %	**100 %**
Cluster 2	88 %	7 %	5 %	**100 %**
EU27 (ohne DE)	86 %	8 %	5 %	**100 %**
DE	80 %	20 %	0 %	**100 %**
EU27	84 %	12 %	4 %	**100 %**
EU28	*85 %*	*11 %*	*4 %*	***100 %***

Quellen-Tabellen: Recycling: Tabelle 124 und Tabelle 128, Behandlung von Rückständen: Tabelle 133 und Tabelle 134.

Die Darstellung der Daten ist erneut auf die Gesamtverbrennung beschränkt. Die in den Quelltabellen dargestellten Daten enthalten auch die Aufschlüsselung nach den 4 Arten der Verbrennung, wie sie unter Restmüll in Kapitel 5.2.2 erläutert wurden.

Die Gesamtmenge der in der EU28 gesammelten trockenen Wertstoffe beträgt 62 Millionen Tonnen oder 122 kg pro Kopf, während die Werte in den Clustern viel niedriger sind (Cluster 1: 67 kg/Kopf; Cluster 2: 102 kg/Kopf) und fast den gleichen Wert für die EU27 (ohne DE) (104 kg/Kopf) aufweisen. Den größten Wert an gesammelten trockenen Wertstoffen hat Deutschland (209 kg/Kopf), was für die höheren Raten in der EU27 (124 kg/Kopf) und bis zu einem gewissen Grad in der EU28 (122 kg/Kopf) im Vergleich zur EU27 (ohne DE) verantwortlich ist.

Obwohl die Anteile der Rückstände in allen Gruppen und in Deutschland zwischen 12 % und 20 % schwanken, folgen die Unterschiede bei den verwerteten Pro-Kopf-Werten zwischen den Gruppen dem oben beschriebenen Trend für die Menge der getrennt gesammelten trockenen Wertstoffe. Die Unterschiede bei den Anteilen der Rückstände ergeben sich aus der Tatsache,

dass die Störstoffanteile für die einzelnen Materialien unterschiedlich sind (z. B. niedrig für Glas, hoch für Kunststoffe, siehe Tabelle 106), und dass jede Gruppe eine spezifische Zusammensetzung der trockenen Wertstoffe nach Materialien aufweist.

Das folgende Kapitel fasst die im vorangegangenen Kapitel dargestellten Mengen zu einer Darstellung der sich daraus ergebenden Basisdaten für die Treibhausgasbilanzierung zusammen.

5.2.5 Basisdaten für die THG-Bilanzierung

Tabelle 33 zeigt die Daten über das Aufkommen und Behandlung von Siedlungsabfällen, die für die THG-Bilanzierung verwendet wurden. Im Vergleich zu den im vorherigen Kapitel dargestellten Daten wurden mehrere Anpassungen vorgenommen, die im Folgenden erläutert werden.

- Einige Abfallkategorien wurden aus den folgenden Gründen komplett von der THG-Bilanzierung ausgeschlossen: Die Abfallkategorien "Feinmüll", "Inertes" und "Sonstige" wurden aus der getrennten Sammlung von trockenen Wertstoffen ausgeschlossen, da keine geeigneten Datensätze für die THG-Bilanzierung gegeben sind. Dadurch reduzieren sich die Mengen an trockenen Wertstoffen im Vergleich zu Tabelle 32 und die Gesamtmenge der erzeugten Siedlungsabfälle im Vergleich zu Tabelle 28[29] entsprechend.
- Die Aufschlüsselung der gesammelten trockenen Wertstoffe nach Materialien ist in Tabelle 33 dargestellt, basierend auf den Werten in Tabelle 129.
- Die geringfügigen Mengen an nicht gesammeltem Restmüll[30] wurden als deponierter Restmüll betrachtet und führen zu etwas größeren deponierten Mengen im Vergleich zu Tabelle 29.
- Die Mengen an Organikabfällen, die in Tabelle 31 dargestellt sind, wurden weiter unterteilt in die Kategorien "Lebensmittelreste", "Grünabfälle" und "sonstige Bioabfälle" und basieren auf den detaillierten Zahlen aus Tabelle 124 bis Tabelle 126.
- Die deutschen Daten für die Sammlung von Organikabfällen über die Biotonne wurden der Kategorie sonstige Bioabfälle zugeordnet (das EEA-Modell verwendet meist disaggregierte Zahlen für diese "gemischten organischen Abfälle", indem es sie den Kategorien "Lebensmittelreste" und "Grünabfälle" zuordnet).
- Die Kategorie "Biomasseheizkraftwerk" (BHKW) existiert nicht im EEA-Modell, sondern nur in den deutschen Daten, und ist in Tabelle 33 zur Berechnung der EU27- und EU28-Aggregate enthalten.
- Die Zahlen für „Restmüll MBA“ in Tabelle 33 sind niedriger als die in Tabelle 29 da sie nur die in den MBAs 1 bis 4 nach dem EEA-Modell behandelten Mengen enthalten, während MBA 5 separat als "Mischabfallsortierung" dargestellt wurde. Dies geschah aus dem Grund, dass im Gegensatz zu MBA 1 bis MBA 4 (siehe Kapitel 5.2.2) die MBA 5 keine biologische Behandlungskomponente beinhaltet und daher für die THG-Bilanzierung gesondert

[29] Diese Beträge sind aufgeführt in Tabelle 129 und betragen 1,126 Mio. Mg für Cluster 1, 528 Mio. Mg für Cluster 2, Null für DE, 2,444 Mio. Mg für EU27 (ohne DE) und EU27 und 2,945 Mio. Mg für EU28.

[30] Nicht gesammelter Restmüll nach Tabelle 28 sind 455 kt in Cluster 1, 44.000 Mg in Cluster 2 und 499.000 Mg in EU27 (ohne DE), EU27 und EU28). Detaillierte Länderdaten zu diesem Thema finden sich in Tabelle 116.

betrachtet werden muss; detaillierte Daten zur Aufschlüsselung der MBA-Behandlung aus dem EEA-Modell sind in Tabelle 118 dargestellt.

Tabelle 33: Basisdaten für die THG-Bilanzierung von Siedlungsabfällen für Cluster 1, Cluster 2, EU27 und EU28, 2017, in 1.000 Tonnen

Abfallfraktion	Cluster 1	Cluster 2	EU27 (ohne DE)	DE	EU27	EU28
			1.000 Tonnen			
Restmüll	**26.861**	**52.220**	**101.280**	**20.821**	**122.101**	**139.343**
davon Deponie	13.495	15.373	29.698	5	29.703	34.469
davon Verbrennung	1.220	21.491	33.163	13.960	47.123	53.832
davon MBA	8.905	14.986	34.701	2.970	37.671	41.765
davon „Mischabfallsortierung“	3.240	371	3.719	3.885	7.604	9.277
Andere Bioabfälle	**69**	**32**	**1.578**	**4.479**	**6.057**	**6.754**
davon Kompostierung	68	22	1.034	2.498	3.531	4.179
davon Vergärung	2	10	544	1.981	2.526	2.575
Grünabfälle	**1.660**	**7.088**	**14.062**	**5.682**	**19.743**	**22.949**
davon Kompostierung	1.590	6.922	13.704	4.673	18.378	21.533
davon Vergärung	70	166	357	686	1.043	1.094
davon Biomasseheizkraftwerk	0	0	0	322	322	322
Lebensmittelreste	**659**	**2.519**	**7.886**	**982**	**8.868**	**9.447**
davon Kompostierung	587	1.694	5.034	55	5.090	5.200
davon Vergärung	71	825	2.851	927	3.778	4.247
Trockene Wertstoffe	**5.737**	**15.852**	**35.323**	**17.269**	**52.592**	**59.511**
davon PPK	2.711	5.654	14.906	7.790	22.695	26.001
davon Glas	1.245	5.293	9.391	2.575	11.966	13.377
davon Kunststoffe	1.081	2.377	5.440	1.137	6.577	7.324
davon LVP	0	0	0	4.030	4.030	4.030
davon Metalle	605	2.136	3.523	372	3.895	4.575
davon Holz	96	392	2.063	1.366	3.429	4.205
Insgesamt	**34.986**	**77.712**	**160.129**	**49.232**	**209.362**	**238.004**

Infolge der Anpassungen sind die für die THG-Bilanz berücksichtigten Mengen an festen Siedlungsabfällen in allen Clustern und in der EU niedriger als die in den vorangegangenen Kapiteln berücksichtigten Mengen an festen Siedlungsabfällen.

Die Ergebnisse der Basisdatenerhebung über das Aufkommen und die Behandlung von Siedlungsabfällen für die EU27, EU28, Cluster 1 und Cluster 2 sind als Sankey-Diagramme in Abbildung 7 bis Abbildung 10 dargestellt. Es ist zu beachten, dass Verbrennung, MBA (MBA 1 bis 4 im EEA-Modell) und MA („Mischabfallsortierung“, MBA 5 im EEA-Modell) innerhalb des rot gestrichelten Rahmens in den Ergebnissen der THG-Bilanz zusammen berücksichtigt werden. Daher wird sich der Begriff "Restmüll zur Behandlung" in den folgenden Kapiteln auf diese drei Behandlungswege für Restmüll beziehen. Die Ergebnisse für die Deponierung von Siedlungsabfällen werden separat unter dem Begriff "Restmüll zur Deponierung" dargestellt, da die Deponierung im Hinblick auf die THG-Emissionen von großer Bedeutung ist. Abbildung 11 zeigt die Mengen der Erstbehandlung als Balkendiagramm nach Abfallart für die EU-Gebiete. Hier sind die Mengen der Restmüllbehandlung durch Verbrennung (TAB), MBA, MA ("Mischabfallsortierung") zusammengefasst und auch die Mengen für getrennt gesammelte Organikabfälle (Grünabfälle, Lebensmittelreste und sonstige Bioabfälle), die aufgrund ihrer ähnlichen Abfalleigenschaften hauptsächlich durch Kompostierung oder Vergärung behandelt werden.

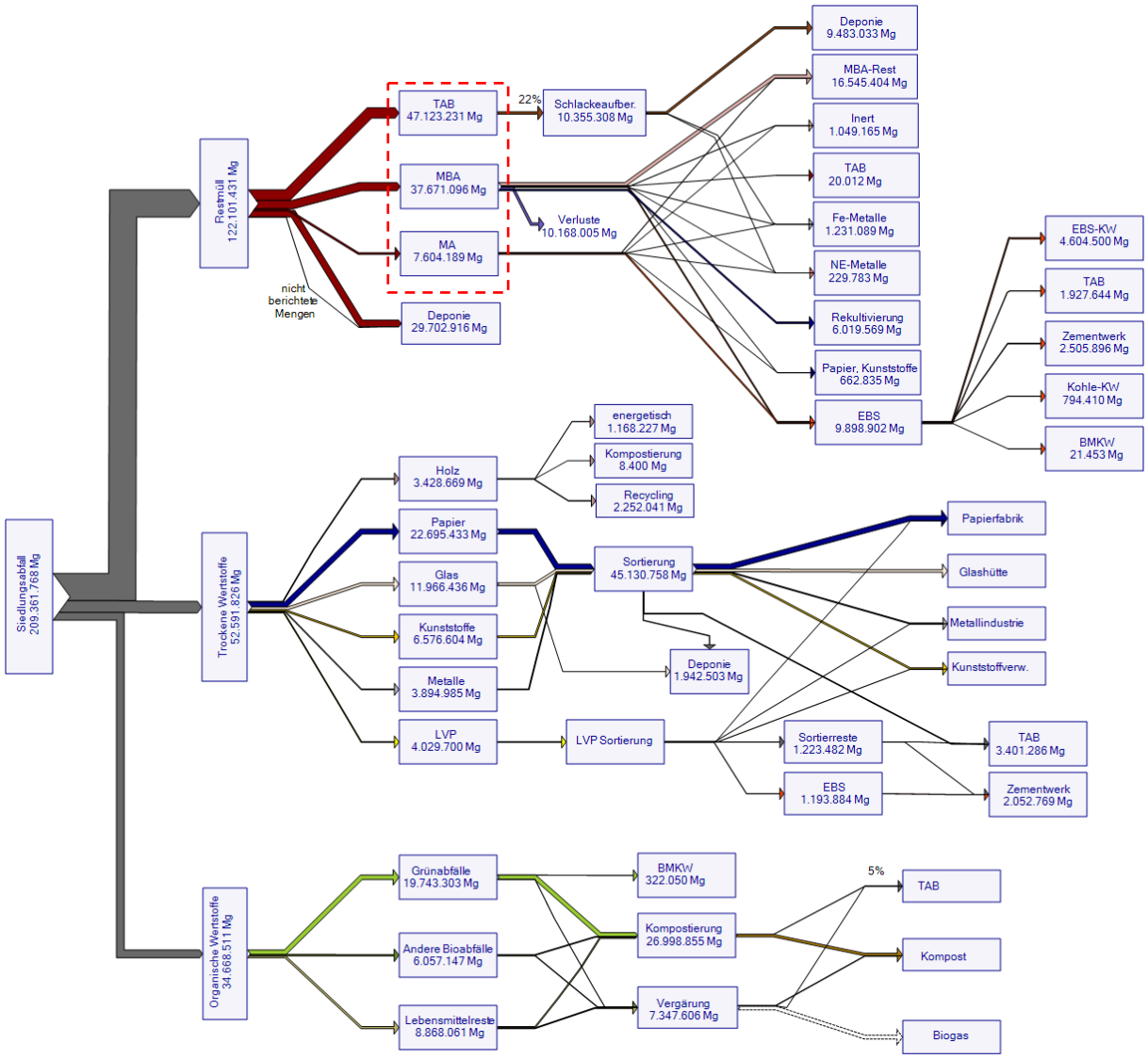
Beide grafischen Darstellungen, das Sankey-Diagramm und das Balkendiagramm, zeigen, dass die Mehrheit der Abfälle in der EU nach wie vor Restmüll ist. Die Anteile betragen 58 % für die EU27, 59 % für die EU28, 77 % für Cluster 1 und 67 % für Cluster 2 (zum Vergleich: der Wert für Deutschland beträgt 42 %). Auf die getrennt gesammelten trockenen Wertstoffe (einschließlich Holz) entfallen sowohl für die EU27 als auch für die EU28 25 %, für Cluster 1 16 % und für Cluster 2 20 % (Deutschland 35 %). Der Anteil der getrennt gesammelten Organikabfälle beträgt 17 % für die EU27, 16 % für die EU28, 7 % für Cluster 1 und 12 % für Cluster 2 (Deutschland 23 %).

Der Anteil der zu behandelnden und zu deponierenden festen Siedlungsabfälle ist in den einzelnen Bilanzräumen unterschiedlich:

- EU27: 24 % zur Deponierung, 76 % zur Behandlung (davon 51 % Verbrennung)
- EU28: 25 % Deponierung, 75 % Behandlung (davon 51 % Verbrennung)
- Cluster 1: 50 % Deponierung, 50 % Behandlung (davon 9 % Verbrennung)
- Cluster 2: 29 % Deponie, 71 % zur Behandlung (davon 58 % Verbrennung)

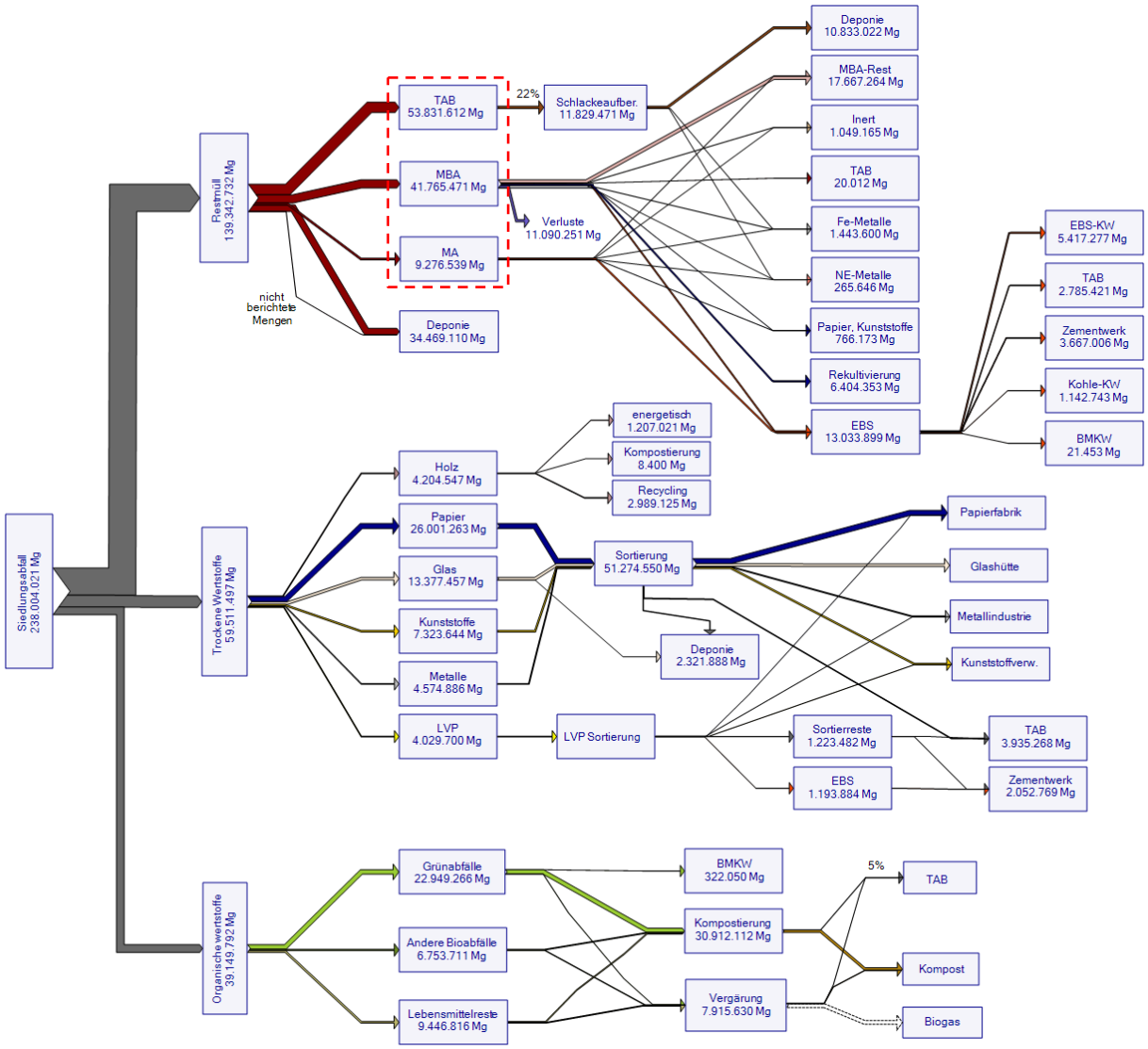
Zum Vergleich: In Deutschland werden 0 % der Abfälle auf Deponien gelagert, 67 % der zu behandelnden Restabfälle werden verbrannt.

Abbildung 7: Sankey-Diagramm Siedlungsabfälle EU27 2017



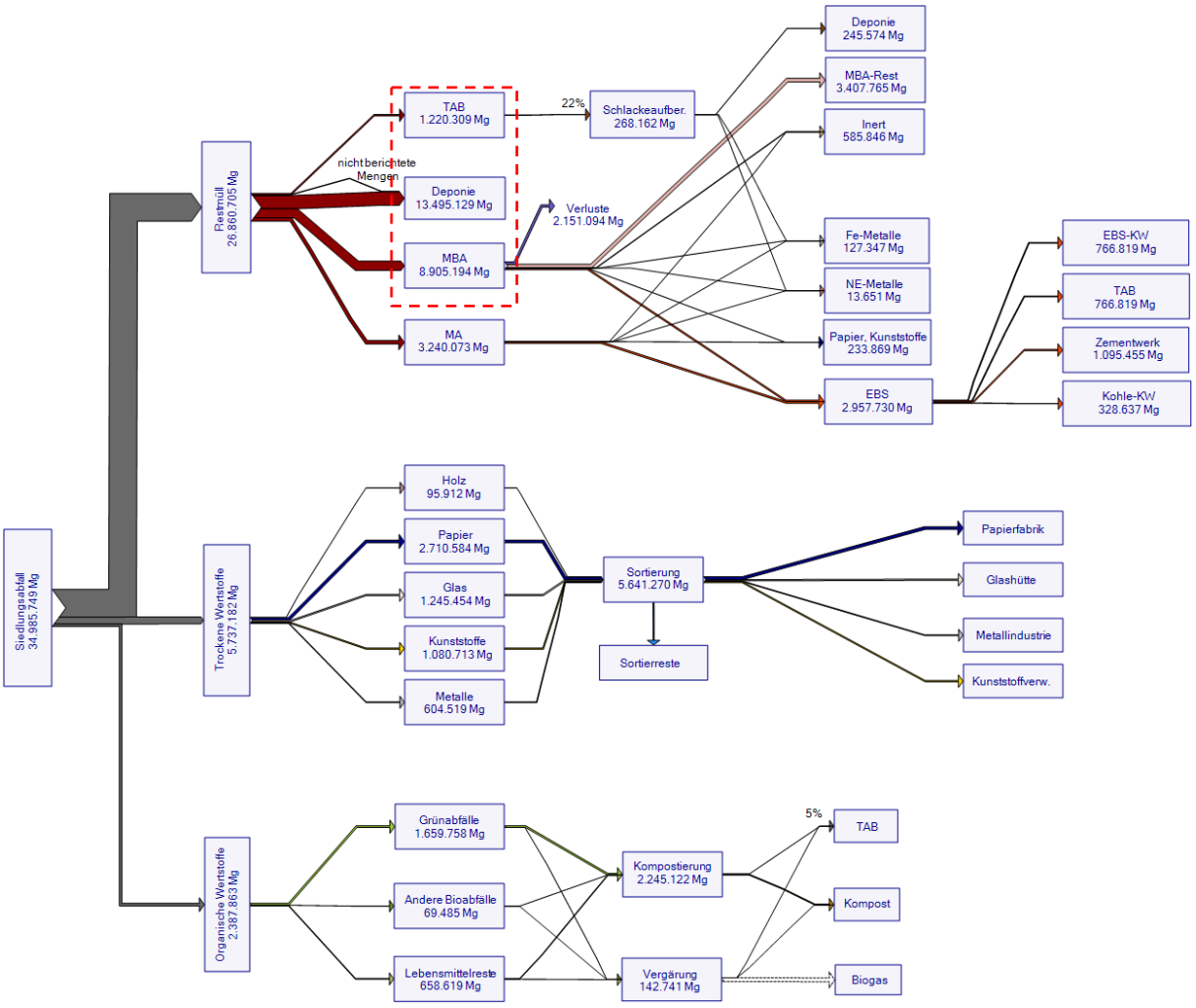
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Abbildung 8: Sankey-Diagramm Siedlungsabfälle EU28 2017



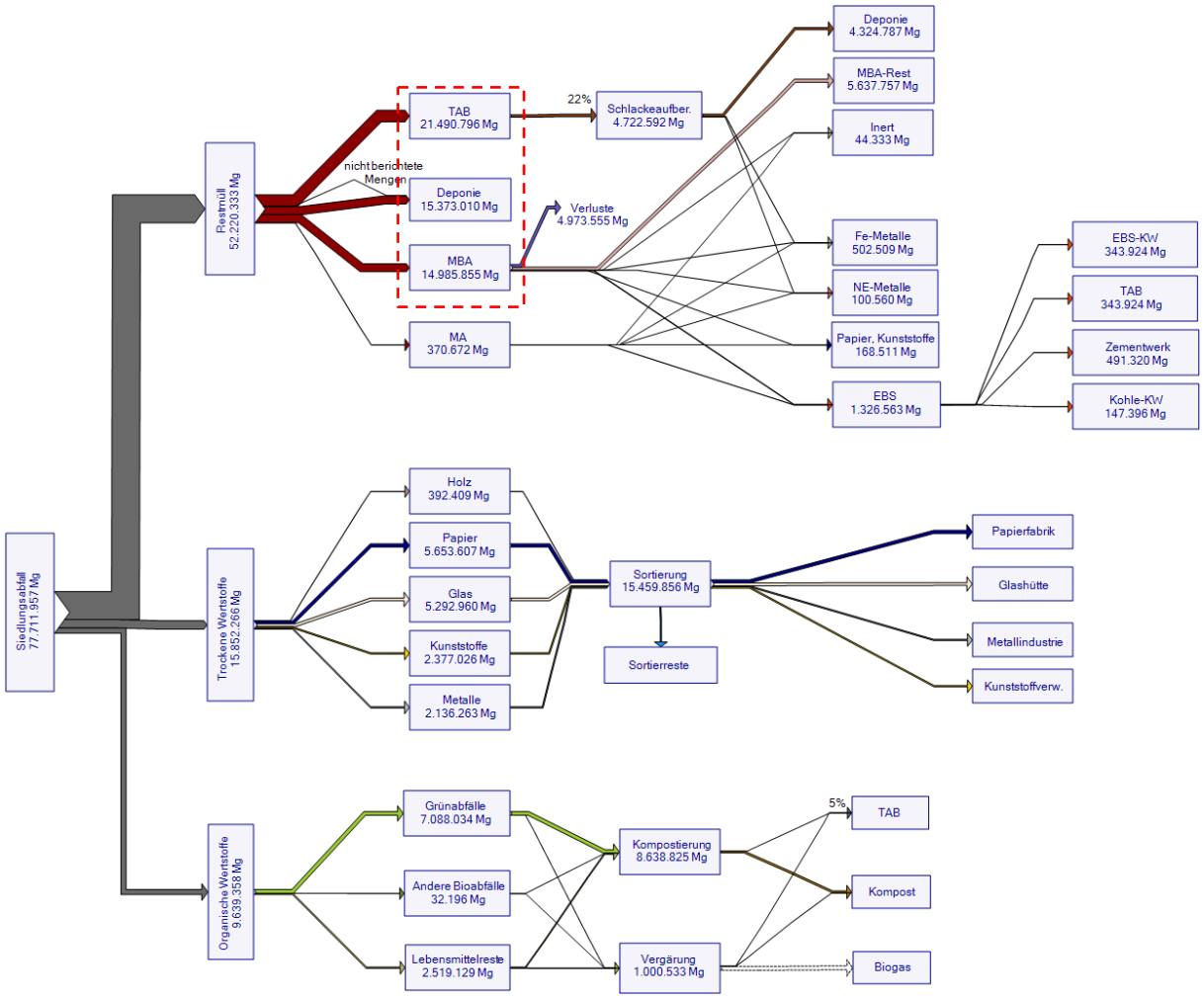
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Abbildung 9: Sankey-Diagramm Siedlungsabfälle Cluster 1 2017



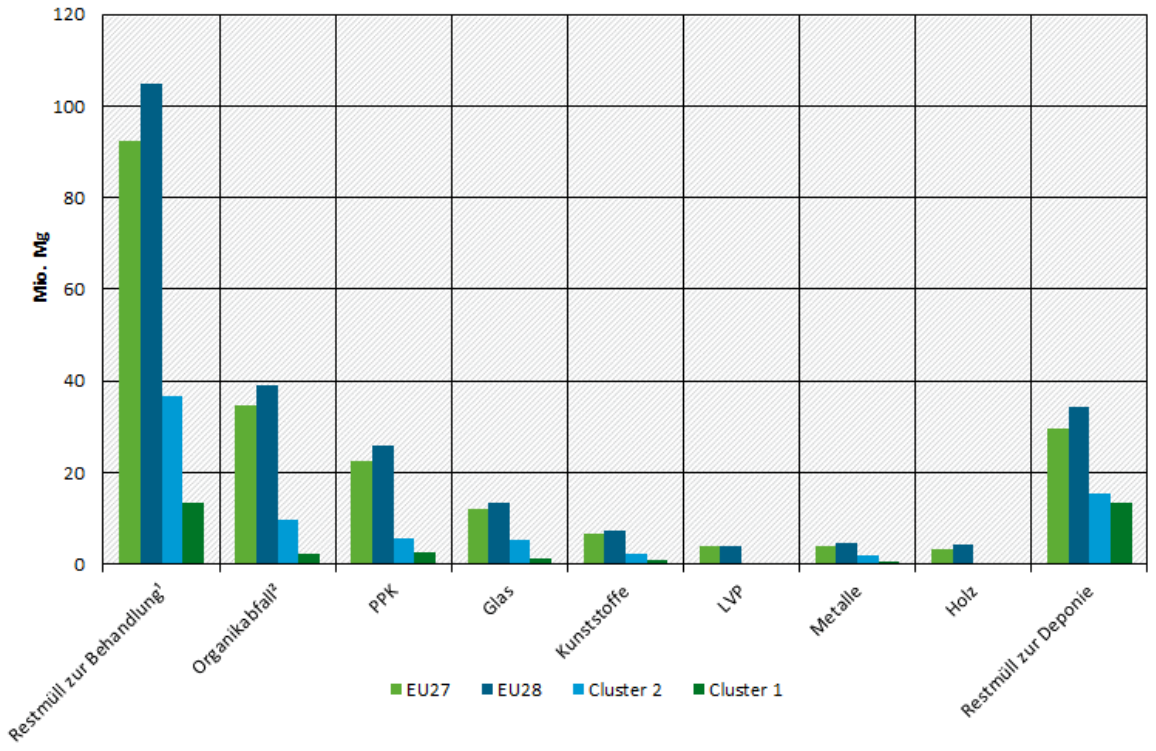
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Abbildung 10: Sankey-Diagramm Siedlungsabfälle Cluster 2 2017



Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Abbildung 11: Aufkommen an Siedlungsabfällen in der EU



1) Gesamtmenge der Restmüllbehandlung durch Verbrennung, MBA, MA
2) Summe aus Lebensmittelresten, Grünabfällen und sonstigen Bioabfällen
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

5.2.6 Neue Verfahren

Im Rahmen der Stoffstromdatenerhebung für die Bilanzierung sollten Rahmenbedingungen für Abfallbehandlungsprozesse recherchiert und zusammengestellt werden, die bisher in THG-Bilanzmodellen nicht abgebildet sind. Hierfür wurden im Rahmen des Projektes drei Verfahren – Pyrolyse, hydrothermale Carbonisierung (HTC) und Behandlung mit Soldatenfliegelarve – ausgewählt. Sie eignen sich für die Verwertung von Organikabfällen. Die drei ausgewählten Behandlungsverfahren sind im Teilbericht Deutschland ausführlich beschrieben. Für alle drei Verfahren liegen Daten aus dem UBA-Projekt "Ermittlung von Kriterien für hochwertige Alternativen zur Verwertung von organischen Abfällen" (Bulach et al. 2021) vor. Die Belastungen wurden mit den Emissionsfaktoren für den Energiebedarf und den Abfalleigenschaften der vorliegenden Studie neu berechnet. Dies geschah auch für die EU-Bilanzräume unter Verwendung der Energieemissionsfaktoren für die EU27. Für die EU-Bilanzräume wurden zwei der drei Prozesse ausgewählt, die in die Szenarien für 2030 aufzunehmen waren: die Pyrolyse für Holzabfälle und die Behandlung mit Soldatenfliegenlarve für Lebensmittelreste.

5.2.6.1 Pyrolyse organischer Abfallstoffe

Die Pyrolyse ist ein Prozess, bei dem organisches Material – in dieser Studie beschränkt auf Holz – thermochemisch in sogenannte Biokohle und eine oder mehrere flüssige Phasen (Pyrolyseöle, Teere) umgewandelt wird. Der Prozess findet anaerob und meist bei Temperaturen zwischen 200 und 600 °C statt. Mögliche Substrate für die Pyrolyse sind häufig holzartige Biomassen sowie organische Abfallstoffe; auch andere Abfälle wie Altreifen wurden bereits verwendet

(Lechleitner et al. 2019; Quicker et al. 2017). Die Anteile und Arten der Produkte hängen maßgeblich von der Prozessdauer und -temperatur sowie dem verwendeten Input ab.

Für die THG-Bilanzen wurde der in Bulach et al. (2021) ermittelte durchschnittliche Pyrolyseertrag von 126 kg Biokohle pro Tonne holzartiger Biomasse verwendet. Bei der Biokohle wird davon ausgegangen, dass 20 % als Stallstreu (Ersatz von Holzhackschnitzeln sowie Verwendung als Bodenverbesserer), 30 % als Aktivkohle (Ersatz von Holzkohle) und 50 % (plus 20 % aus der späteren Verwendung von Stallstreu) als Bodenverbesserer (Ersatz von Torf) verwendet werden (Bulach et al. 2021). Die Verwendung von Biokohle als Futterzusatz für Tiere wurde ebenfalls beschrieben, es liegen jedoch keine überprüfbaren Daten vor. Darüber hinaus wird dem Prozess Wärme entzogen, die für eine produktive Nutzung angerechnet werden kann. Pyrolyseöle wurden jedoch nicht als Produkt berücksichtigt.

Mit den Anpassungen für diese Studie (Energieemissionsfaktoren, Abfallcharakteristik) sind die spezifischen Nettoergebnisse für Deutschland und für die EU-Bilanzräume sehr ähnlich:

- Deutschland 2030: -73 kg CO_2-Äq/Mg
- EU 2030: -75 kg CO_2-Äq/Mg

5.2.6.2 Soldatenfliegenlarve zur Behandlung von organischen Wertstoffen

Die Soldatenfliegenlarve ist ein tropisches Futterinsekt, das zur Behandlung von organischen Rückständen und Abfällen verwendet werden kann. Küchenabfälle, Speisereste oder Reststoffe aus der Landwirtschaft oder Industrie werden nach Zerkleinerung und Einstellung des Wassergehalts als Substrat verwendet. Die jungen Larven werden auf die Biomasse gesetzt und verwandeln sie unter aeroben Bedingungen innerhalb von etwa 12 Tagen in einen speziellen Kompost, den so genannten "Larvendünger". In dieser Zeit wachsen die Larven bis zum Vorpuppenstadium heran. Sie werden dann vom restlichen Substrat getrennt und können entweder direkt als Lebendfutter verwendet oder zu Mehl und Öl weiterverarbeitet werden. Das proteinreiche Larvenmehl kann z. B. Fischmehl bei der Fütterung ersetzen. Bei Bedarf kann der Larvendünger nach der Nachkompostierung in der Landwirtschaft eingesetzt werden, da die Nährstoffe durch die enzymatische Verdauung der Larven besser verfügbar sind.

Was die Vermarktung von Produkten für die Tierfütterung betrifft, so lässt das europäische Futtermittelrecht, das durch den BSE-Skandal beeinflusst wurde, die wirtschaftliche Zucht von Soldatenfliegenlarven für die Abfallbehandlung noch nicht zu. Heute gibt es nur kleine Betriebe, die die Larven regional verkaufen oder Futtermittel auf Larvenbasis für Haustiere anbieten. In Südafrika und Kanada gibt es jeweils ein Unternehmen, das Larven der Soldatenfliege in industriellem Maßstab für eine Kapazität von 36.000 Mg bzw. 91.000 Mg Substrat pro Jahr einsetzt. Die Datenbasis ist jedoch noch unsicher.

Trotz der futtermittelrechtlichen Einschränkungen wurde in der THG-Bilanz der Nutzen nach Bulach et al. (2021) angerechnet, dass die 126 kg Larvenmehl, die bei der Verwendung von 1 Tonne organischer Reststoffe anfallen, Eiweißfuttermittel ersetzen. Darüber hinaus werden 667 kg Larvendünger erzeugt, der ebenso wie Kompost Dünger und Bodenverbesserer ersetzt.

Die Larven der Soldatenfliege benötigen für ihr Wachstum eine Durchschnittstemperatur von mindestens 20 °C. Für deutsche Verhältnisse bedeutet dies einen relativ hohen Wärmebedarf, der der Hauptgrund dafür ist, dass der Behandlungsprozess zu einer Nettobelastung führt (Belastungen höher als Gutschriften). Für die EU-Bilanzräume wurde angenommen, dass sich das Aufbereitungsverfahren vor allem für südeuropäische Mitgliedstaaten eignet, in denen der Wärmebedarf teilweise durch die Umgebungstemperatur gedeckt werden kann. Es wurde angenommen, dass nur 25 % des ursprünglichen Wärmebedarfs aus konventionellen Quellen bereitgestellt werden müssen. Unter dieser Annahme ist das spezifische Nettoergebnis immer

noch positiv (Nettobelastung), aber viel niedriger als für deutsche Verhältnisse und auch viel niedriger als die THG-Emissionen aus der Deponierung von Organikabfällen.

Mit den Anpassungen für diese Studie (Energieemissionsfaktoren, Abfallcharakteristik und vor allem Energiebedarf) ergeben sich für Deutschland und für die EU-Bilanzräume folgende spezifische Nettoergebnisse:

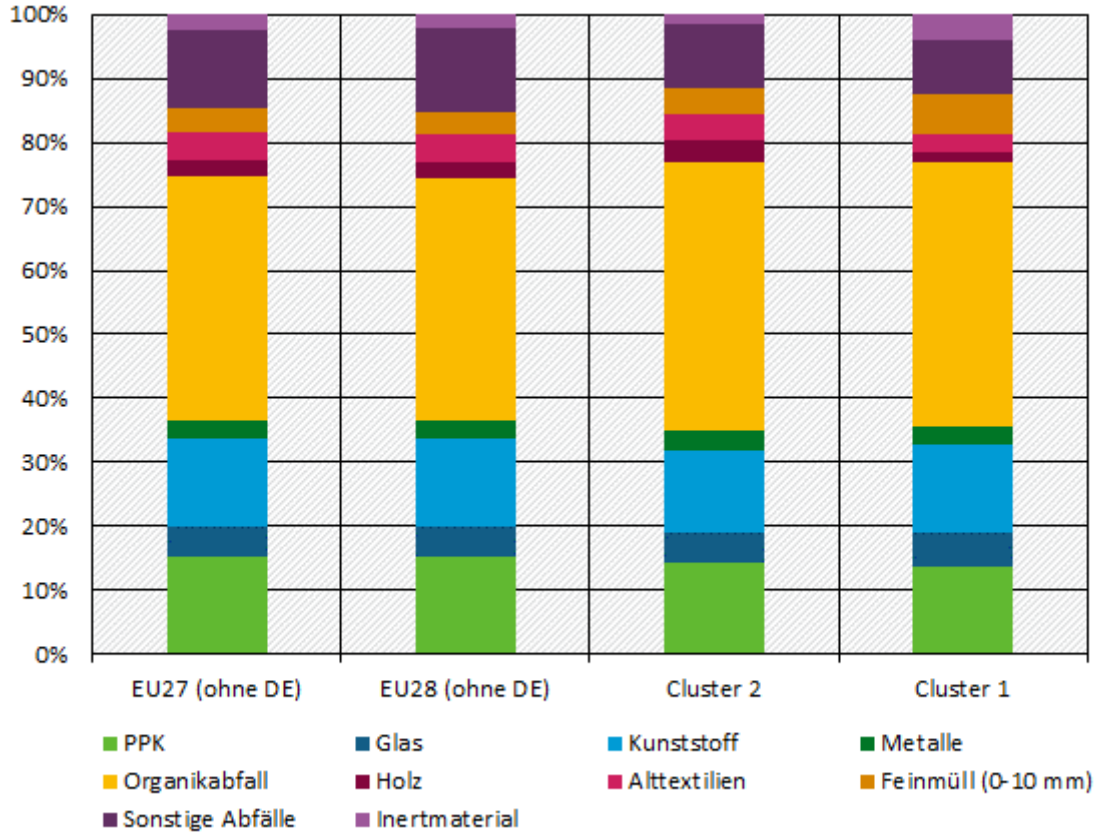
- Deutschland 2030: 550 kg CO_2-Äq/Mg
- EU 2030: 62 kg CO_2-Äq/Mg

5.3 Abfallzusammensetzung Restmüll und Kenndaten

Die THG-Bilanz wird für jede der in Abbildung 11 dargestellten Abfallfraktionen erstellt. Für die EU ist dies möglich, da das EEA-Modell verwendet werden konnte. (Die europäische Abfallstatistik nach Eurostat berichtet den Endverbleib, die Verluste durch die Behandlung sind nicht bekannt). Um die Behandlung von Restmüll zu bilanzieren, werden die Kenndaten Heizwert und fossiler Kohlenstoffgehalt (Cfossil) benötigt. Da hierfür keine repräsentativen Daten verfügbar sind, wurden die Kennwerte auf der Grundlage der Abfallzusammensetzung, die sich aus dem EEA-Modell ergibt, und mit Hilfe der Standardwerte pro Abfallfraktion in Tabelle 34 berechnet.

Die Abfallzusammensetzung in Abbildung 12 ist für die EU27 und EU28 ohne Deutschland (ohne DE) dargestellt, da die Berechnung für Deutschland separat durchgeführt wurde (Teilbericht Deutschland). Die THG-Ergebnisse in Kapitel 5.5 sind jedoch die Endergebnisse bei denen die separat bilanzierten Ergebnisse für Deutschland zuaddiert sind.

Abbildung 12: Restmüll Zusammensetzungen EU aus dem EEA-Modell



Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Die Zusammensetzung für die verschiedenen EU-Bilanzräume in Abbildung 12 ist recht ähnlich. Die Hauptfraktionen sind organische Stoffe mit etwa 38 % bis 42 %. Weitere relevante Fraktionen im Restmüll sind Papier und Kunststoffe mit etwa 15 % bis 14 % bzw. 14 % bis 13 %. Die Fraktion "Sonstige" macht etwa 8 % (Cluster 1) bis 13 % (EU28 ohne DE) aus. Die übrigen Fraktionen haben jeweils einen Anteil von 6 % oder weniger. Die berechneten Kenndaten zeigt Tabelle 35.

Tabelle 34: Standardwerte für Abfallfraktionen

	C gesamt in % Frischmasse	C biogen in % C gesamt	Heizwert in kJ/kg Abfall
Papier	37 %	100 %	13.020
Glas	0 %	0 %	0
Kunststoffe	68 %	0 %	30.481
Metalle	0 %	0 %	0
Bio- und Grünabfälle	16 %	100 %	4.620
Holz	38 %	100 %	13.250
Textilien, Leder, Gummi	39 %	56 %	15.020
Verbundstoffe	43 %	49 %	18.017
Feingut < 8 mm	13 %	65 %	5.133
Sonstige Abfälle	21 %	53 %	7.800
Inertabfälle	0 %	0 %	0
Windeln	18 %	75 %	4.447

Quelle: Dehoust et al. (2010)

Tabelle 35: Kenndaten Restmüll EU

	Heizwert in MJ/kg	Fossiler C-Gehalt in % Abfall	Biogener C-Gehalt in % Abfall
EU27 (ohne DE)	10,1	11,5 %	15,1 %
EU28 (ohne DE)	10,1	11,6 %	15,1 %
Cluster 1	9,5	10,9 %	14,2 %
Cluster 2	9,8	10,6 %	15,5 %
Deutschland	9,2	9,4 %	15,7 %

Der Heizwert und der Gehalt an fossilem Kohlenstoff werden für die Bilanzierung der Verbrennung verwendet. Aus Konsistenzgründen wird auch der berechnete biogene Kohlenstoffgehalt als DOC für die Berechnung der Methanemissionen aus der Deponierung verwendet, anstelle des DOC von Siedlungsabfällen aus den Nationalen Inventarberichten der EU-Mitgliedstaaten (siehe Tabelle 13). Zum Vergleich zeigt die Tabelle auch die Ergebnisse für Deutschland (Datenbasis siehe Teilbericht Deutschland).

5.4 Beschreibung THG-Bilanzszenarien 2030

Für die EU-Bilanzräume EU27, Cluster 1 und Cluster 2 werden jeweils zwei Szenarien für das Jahr 2030 entwickelt. Das erste Szenario für alle drei Bilanzräume wird als "Leitszenario" bezeichnet. Das zweite Szenario unterscheidet sich für die EU27 und für die Cluster. Die Leitszenarien für alle drei Bilanzräume orientieren sich an den Zielen der Abfallrahmenrichtlinie (ARRL), d. h. sie gehen davon aus, dass alle Länder die gesetzlichen Vorgaben einhalten und berücksichtigen wahrscheinliche Entwicklungen in der Behandlung von Siedlungsabfällen in der Zukunft. Für die EU-Bilanzräume Cluster 1 und Cluster 2 wurden Spezialszenarien entwickelt, um die Auswirkungen der Nichteinhaltung der Recyclingquoten zu testen, während für die EU27 ein Szenario mit Eigenkompostierung betrachtet wird. Letzteres folgt dem Ansatz für die separat berechnete Bilanz für Deutschland, wo die Ergebnisse für das Leitszenario – mit dem Hauptziel "Erreichen des Recyclingziels von 60 % für Siedlungsabfälle im Jahr 2030" – gezeigt haben, dass dieses Ziel sehr ehrgeizig ist, wenn man davon ausgeht, dass der wichtigste Hebel zur Erreichung dieses Ziels in der Erhöhung der getrennten Erfassung und dem anschließenden Recycling liegt. Sowohl die Machbarkeit als auch die erreichbaren Qualitäten der getrennt gesammelten Recyclingfraktionen sind fraglich. Um ein weniger ehrgeiziges Szenario zu untersuchen, bei dem das gesetzliche Recyclingziel dennoch eingehalten wird, wurde ein modell-theoretisches Szenario mit Eigenkompostierung in der Recyclingrate (RC-Rate) bewertet. Für dieses Szenario wurden sowohl für das Basisjahr 2017 als auch das Zukunftsszenario 2030 eine bewertete Menge für die Eigenkompostierung zuaddiert (gleiche Gesamtabfallmengen als Voraussetzung der Ökobilanzmethode für Systemvergleiche).

Nach der Abfallrahmenrichtlinie kann die Menge der Eigenkompostierung auf das gesetzliche Recyclingziel angerechnet werden. Nach derzeitigem Kenntnisstand sind die tatsächlichen Mengen der Eigenkompostierung jedoch nicht bekannt und können nur grob geschätzt werden. Ein weiterer Nachteil der Einbeziehung der Eigenkompostierung ist, dass für sie keine repräsentative THG-Bewertung möglich ist. Weder der Nutzen der Eigenkompostierung noch die aus der Behandlung resultierenden Methan- und Lachgasemissionen können valide angegeben werden. Tendenziell ist eine Nettobelastung zu erwarten (siehe Teilbericht Deutschland, Anhang, Kapitel A.4). In dieser Studie ist die Eigenkompostierung mit Null bewertet, um die Auswirkungen auf die THG-Bilanz möglichst neutral zu halten und um die eigentliche Fragestellung des Szenarios so wenig wie möglich zu beeinflussen. Das Szenario "Eigenkompostierung in der RC-Rate" dient dazu, die Bandbreite unterschiedlicher Ambitionen für eine verstärkte getrennte Sammlung aufzuzeigen und zu diskutieren. Ein direkter Vergleich zwischen dem Leitszenario und dem Szenario mit Eigenkompostierung ist aufgrund der unterschiedlichen Gesamtabfallmengen nicht möglich. Die Ergebnisse der Szenarien werden vergleichend auf der Ebene der spezifischen Werte diskutiert.

Anmerkung: Recyclingquote– Recyclingrate

In dieser Studie werden nicht alle statistisch erfassten Siedlungsabfälle berücksichtigt. Darüber hinaus wurden Modellannahmen getroffen, um Daten für 2017 abzuleiten (siehe Kapitel 3.2.2), und die Stoffstrombilanz (Menge und Verbleib des Outputs) basiert auf der Auswertung weiterer Daten und auf Fachwissen. Die in dieser Studie ermittelten Recyclingmengen und die daraus errechneten Recyclingraten sind daher nicht zu verwechseln mit der gesetzlichen Recyclingquote. Zur Unterscheidung wird der prozentuale Anteil der Verwertung in dieser Studie als "Recyclingrate" (RC-Rate) bezeichnet.

Die in dieser Studie verwendeten Schnittstellen zur Ermittlung der RC-Rate entsprechen im Wesentlichen den auf europäischer Ebene nach (EU 2019) vorgegebenen Berechnungspunkten.

Bei getrennt gesammelten Organikabfällen werden die tatsächlich der aeroben oder anaeroben Behandlung zugeführten Mengen berücksichtigt. Bei trockenen Wertstoffen werden die einbezogenen Mengen keiner weiteren Aufbereitung unterzogen, bevor sie z. B. einem Glasofen, Schmelzofen, Pulper oder einem Extrusionsverfahren zugeführt werden. Insofern bietet die in dieser Studie ermittelte RC-Rate eine Orientierung in Bezug auf das gesetzliche Recyclingziel.

Zusätzlich zu den beschriebenen Szenarien werden zwei Sensitivitäten betrachtet, um den Einfluss des regionalen Stromemissionsfaktors zu untersuchen: eine für Cluster 1 mit einem vergleichsweise hohen Stromemissionsfaktor und eine für Cluster 2 mit einem deutlich niedrigeren Stromemissionsfaktor als für die EU27 (siehe Kapitel 4.1.2). In den folgenden Kapiteln sind die Ansätze für die Entwicklung der Szenarien und Sensitivitäten beschrieben.

5.4.1 Leitszenarien 2030 (LS)

Für diese Studie wird vorgeschlagen, für die Leitszenarien (LS) das ARRL-Szenario des EEA-Modells zu verwenden. Auf der Grundlage der für 2017 ermittelten Massenströme stellt das ARRL-Szenario eine Situation dar, in der jeder EU-Mitgliedstaat die in der überarbeiteten Abfallrahmenrichtlinie und der überarbeiteten Deponierichtlinie festgelegten Ziele erfüllt. Die jeweiligen Ziele sind in Tabelle 36 dargestellt. Da das Modell nur die Aufschlüsselung nach den wichtigsten Abfallfraktionen (Metalle, Papier, Glas usw.) erfasst und nicht nach Verpackungen unterscheidet, wurden die Verpackungsziele der überarbeiteten Richtlinie über Verpackungen und Verpackungsabfälle nicht berücksichtigt.

Tabelle 36: Zielvorgaben in den Richtlinien der EU

Ziele	bis 2025	bis 2030	bis 2035
Recyclingquote von Siedlungsabfällen	55 %	60 %	65 %
mit Aufschub[1]	50 %	55 %	60 %
Ziel der Verringerung der Deponierung			10 %
mit Aufschub[2]			25 %
Verpackungsabfälle insgesamt (nicht nur aus SiAbf)[3]	65 %	70 %	

1) Mitgliedstaaten, die 2013 weniger als 20 % recycelt oder mehr als 60 % deponiert haben, können einen fünfjährigen Aufschub erhalten.
2) Ein fünfjähriger Aufschub ist für Mitgliedstaaten möglich, die 2013 mehr als 60 % der Abfälle deponiert haben.
3) kein Aufschub möglich

Das ARRL-Szenario geht davon aus, dass alle Mitgliedstaaten, die das Recht auf eine Ausnahmeregelung haben, die vollen Ausnahmeregelungen in Anspruch nehmen werden. Das ARRL-Szenario geht also davon aus, dass die Zielvorgaben für die Verwertung von Siedlungsabfällen und die Verringerung der Deponierung erfüllt werden. Im ARRL-Szenario wird auch angenommen, dass technische Aspekte weiter optimiert werden, wie z. B. wahrscheinliche künftige Entwicklungen bei der Behandlung von Siedlungsabfällen. Diese Aspekte wurden in Gesprächen mit europäischen Interessengruppen wie CEWEP, ECN und FEAD erörtert.

Für die Leitszenarien 2030 wurde die Entwicklung des Abfallaufkommens mit dem EEA-Modell auf der Grundlage der Prognosen der Länder während der Datenerhebung für das Modell getestet. Dabei ergab sich nur ein geringer Anstieg. Wie für Deutschland wird dieser geringe Anstieg nicht berücksichtigt, sondern die Abfallmenge der aktuellen Situation wird auch für die

Szenarien 2030 verwendet. Die gleichen Abfallmengen werden für den Vergleich der Szenarien benötigt, um der Methode der Ökobilanz in der Abfallwirtschaft zu entsprechen.

Bei der Entwicklung der Leitszenarien für die drei EU-Bilanzräume wurde die Recyclingquote für Siedlungsabfall als erste Anforderung festgelegt. Für Cluster 1 mit den Mitgliedstaaten, die den 5-Jahres-Aufschub in Anspruch nehmen können, wird die Recyclingquote für 2030 auf 55 % festgelegt. Für Cluster 2 wird die reguläre Recyclingquote 2030 festgelegt (60 %). Für die EU27 wird die Recyclingquote von Cluster 1 und Cluster 2 sowie eine Recyclingquote von 60 % für die nicht in Clustern zusammengefassten EU-Mitgliedstaaten mit den SIAbf-Aufkommensmengen gewichtet berechnet, was zu einer Gesamtrecyclingquote von 59 % führt.

Um die gesetzten Recyclingquoten zu erreichen, wird eine Erhöhung der Getrennterfassung für trockene und organische Wertstoffe angenommen. Die Annahmen beziehen sich auf die EU27 ohne Deutschland. Die Annahmen für Deutschland sind im Teilbericht Deutschland beschrieben. Für die EU27 (ohne DE) werden unspezifische Abfallfraktionen (aus dem EEA-Modell) wie sonstige Bioabfälle in den Szenarien nicht verändert, während die Abfallfraktionen Feinmüll, Inertes und andere für die getrennte Sammlung und das Recycling überhaupt nicht berücksichtigt wurden. Die Steigerung der Getrenntsammlung und des Recyclings von trockenen und organischen Wertstoffen hängt vom Potenzial in den Restmüllmengen ab. Hier wurde der Restmüllgehalt 2017 für Organikabfälle (Lebensmittelreste, Grünabfälle) und trockene Wertstoffe (Papier, Glas, Metalle, Kunststoffe und Holz) zugrunde gelegt. Textilien sind von dieser Studie ausgeschlossen.

Die Berechnung umfasste alle derzeitigen EU-Länder außer Deutschland, d. h. 26 Länder. Die Ergebnisse wurden für die beiden Cluster und die EU27 ohne Deutschland berechnet. In den dargestellten Ergebnissen für das Abfallaufkommen und die Erstbehandlung werden die Daten für die EU27 mit denen Deutschlands zusammengeführt, um die gesamte EU27 abzudecken und somit als Grundlage für die THG-Berechnungen zu dienen. In den Zwischentabellen, die die zusätzliche getrennte Sammlung und die Restmüllzusammensetzung zeigen, sind die deutschen Daten nicht enthalten. Im Folgenden werden die wichtigsten Annahmen und die Berechnungsschritte beschrieben.

Annahmen zur Erhöhung der getrennten Sammlung von trockenen Wertstoffen und Organikabfällen

Die Annahmen zur Erhöhung der getrennten Sammlung von trockenen Wertstoffen und organischen Abfällen beruhen auf der Restmüllzusammensetzung 2017. Das Potenzial für eine verstärkte getrennte Sammlung wurde für Lebensmittelabfälle, Grünabfälle, Papier, Glas, Metalle, Kunststoffe und Holz berücksichtigt. Für jedes Land wurden die folgenden Berechnungsschritte durchgeführt:

1. Auf der Grundlage der Recyclingrate 2017 (berechnet für jedes Land anhand der Zahlen in Tabelle 135) und der für 2030 angestrebten Recyclingquote (55 % für Cluster 1, 60 % für alle anderen Länder) wurden die zusätzlichen Mengen berechnet, die recycelt werden müssen, um die Ziele zu erreichen.
2. Abhängig von den Potenzialen der organischen Abfälle und der trockenen Wertstoffe im Restmüll 2017 wurden die zusätzlich zu verwertenden Mengen im Jahr 2030 auf Organikabfälle und trockene Wertstoffe verteilt.
3. Die in Schritt 2 verteilten Mengen wurden dann weiter auf die erfassten Materialien aufgeteilt, wiederum in Abhängigkeit von den Anteilen am Restmüll 2017. Zum Beispiel wurden die organischen Abfälle nach den Anteilen von Lebensmittel- und Grünabfällen innerhalb des organischen Abfallpotenzials aufgeteilt, während die trockenen Wertstoffe nach den Anteilen von PPK, Glas, Kunststoff, Metall und Holz verteilt wurden.

Um die Rückstände aus der Verarbeitung von getrennt gesammelten Abfällen vor dem Recycling zu berücksichtigen, wurden die höheren Mengen an getrennt gesammelten Abfällen, die erforderlich sind, um die recycelten Mengen zu erreichen, auf der Grundlage der durchschnittlichen Verlustraten berechnet, die am Ende von Tabelle 106 aufgeführt sind.

Daher wurden die Mengen der zusätzlichen Materialien für die getrennte Sammlung 2030 von den Restabfallmengen 2017 abgezogen und zu den getrennt gesammelten Mengen 2017 addiert, um die entsprechenden Zahlen für 2030 zu erhalten. Die Werte wurden dann für die beiden Cluster und die EU27 ohne Deutschland aggregiert und anschließend auf aggregierter Ebene um die Unterschiede im Nutzungspotenzial der Materialien bereinigt. Es wurde davon ausgegangen, dass Metalle und Glas ein größeres nutzbares Potenzial haben als Kunststoffe. Das Gleiche gilt für Grünabfälle im Vergleich zu Lebensmittelresten[31]. Tabelle 37 bis Tabelle 39 zeigen die zusätzlichen Mengen für die getrennte Sammlung 2030 und Tabelle 40 bis Tabelle 42 zeigen die resultierenden Zusammensetzungen des Restmülls 2030 im Vergleich zu 2017.

Für jeden Bilanzraum ist zu erkennen, dass erhebliche Mengen an zusätzlicher getrennter Sammlung erforderlich sind, um die Recyclingziele zu erfüllen. In Cluster 1 entspricht dies 160 % der getrennt gesammelten Mengen im Jahr 2017, in Cluster 2 liegt dieser Wert bei 101 %, in der EU27 (ohne DE) bei 77 % und in den zusammengefassten Daten für die EU27 bei 59 %.

In Cluster 1 hat dies eine Verringerung des Restmülls um 48 % zur Folge (Tabelle 138). Der entsprechende Wert beträgt 49 % für Cluster 2 (Tabelle 139), und 45 % für die EU27 ohne Deutschland (Tabelle 140). Wenn die Daten mit Deutschland zusammengeführt werden, reduziert sich der Restmüll in der EU27 um 42 % (berechnet aus Tabelle 49).

Tabelle 37: Mengen der Getrenntsammlung 2017, zusätzliche und gesamte Getrenntsammlung 2030 und Steigerungsraten im Vergleich zu 2017, Cluster 1, Leitszenario (SiAbf CL1 2030 LS)

Abfallfraktion	Getrennte Sammlung 2017 (1.000 Mg)	Zusätzliche getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Steigerungsraten [%]
Organikabfälle	**2.388**	**7.210**	**9.598**	**302 %**
Lebensmittelreste	659	5.115	5.773	777 %
Grünabfälle	1.660	2.095	3.755	126 %
andere Bioabfälle	69	0	69	0 %
Trockene Wertstoffe	**5.737**	**5.802**	**11.539**	**101 %**
PPK	2.711	2.113	4.824	78 %
Glas	1.245	1.215	2.461	98 %
Holz	96	255	351	266 %
Metall	605	599	1.204	99 %
Kunststoff	1.081	1.619	2.699	150 %
Insgesamt[1]	**8.125**	**13.011**	**21.1 37**	**160 %**

[31] Glas und Metalle: 85 %, Grünabfälle: 80 %.

Tabelle 38: Mengen der Getrenntsammlung 2017, zusätzliche und gesamte Getrenntsammlung 2030 und Steigerungsraten im Vergleich zu 2017, Cluster 2, Leitszenario (SiAbf CL2 2030 LS)

Abfallfraktion	Getrennte Sammlung 2017 (1.000 Mg)	Zusätzliche getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Steigerungsraten [%]
Organikabfälle	**9.639**	**13.941**	**23.581**	**145 %**
Lebensmittelreste	2.519	11.281	13.800	448 %
Grünabfälle	7.088	2.660	9.748	38 %
andere Bioabfälle	32	0	32	0 %
Trockene Wertstoffe	**15.852**	**11.896**	**27.749**	**75 %**
PPK	5.654	4.435	10.089	78 %
Glas	5.293	2.139	7.432	40 %
Holz	392	925	1.318	236 %
Metall	2.136	1.339	3.475	63 %
Kunststoff	2.377	3.058	5.435	129 %
Insgesamt[1]	**25.492**	**25.838**	**51.329**	**101 %**

Tabelle 39: Mengen der Getrenntsammlung 2017, zusätzliche und gesamte Getrenntsammlung 2030 und Steigerungsraten im Vergleich zu 2017, EU27 (ohne DE), Leitszenario (SiAbf EU27 (ohne DE) 2030 LS)

Abfallfraktion	Getrennte Sammlung 2017 (1.000 Mg)	Zusätzliche getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Steigerungsraten [%]
Organikabfälle	**23.526**	**23.497**	**47.023**	**100 %**
Lebensmittelreste	7.886	17.603	25.489	223 %
Grünabfälle	14.062	5.893	19.955	42 %
andere Bioabfälle	1.578	0	1.578	0 %
Trockene Wertstoffe	**35.323**	**21.612**	**56.935**	**61 %**
PPK	14.906	8.284	23.190	56 %
Glas	9.391	4.003	13.394	43 %
Holz	2.063	1.367	3.430	66 %
Metall	3.523	2.469	5.992	70 %
Kunststoff	5.440	5.489	10.929	101 %
Insgesamt	**58.849**	**45.109**	**103.958**	**77 %**

Tabelle 40: Restmüll-Zusammensetzung, Cluster 1, Leitszenario (SiAbf CL1 2030 LS)

Abfallfraktion	2017		2030	
	1.000 Mg	%	1.000 Mg	%
Lebensmittelreste	8.355	31 %	3.240	23 %
Grünabfälle	2.619	10 %	524	4 %
andere Bioabfälle	110	0 %	110	1 %
PPK	3.707	14 %	1.594	12 %
Glas	1.430	5 %	215	2 %
Holz	481	2 %	225	2 %
Metall	705	3 %	105	1 %
Kunststoff	3.707	14 %	2.089	15 %
Textilien	680	3 %	680	5 %
Feinmüll	1.725	6 %	1.725	12 %
Inertes	1.104	4 %	1.104	8 %
Sonstige	2.238	8 %	2.238	16 %
Insgesamt	**26.861**	**100 %**	**13.849**	**100 %**

Tabelle 41: Restmüll-Zusammensetzung, Cluster 2, Leitszenario (SiAbf CL2 2030 LS)

Abfallfraktion	2017		2030	
	1.000 Mg	%	1.000 Mg	%
Lebensmittelreste	18.335	35 %	7.054	27 %
Grünabfälle	3.325	6 %	665	3 %
andere Bioabfälle	282	1 %	282	1 %
PPK	7.455	14 %	3.020	11 %
Glas	2.516	5 %	377	1 %
Holz	1.766	3 %	840	3 %
Metall	1.575	3 %	237	1 %
Kunststoff	6.649	13 %	3.591	14 %
Textilien	2.263	4 %	2.263	9 %
Feinmüll	2.045	4 %	2.045	8 %
Inertes	829	2 %	829	3 %
Sonstige	5.179	10 %	5.179	20 %
Insgesamt	**52.220**	**100 %**	**26.383**	**100 %**

Tabelle 42: Restmüll -Zusammensetzung, EU27 (ohne DE), Leitszenario (SiAbf EU27 (ohne DE) 2030 LS)

Abfallfraktion	2017		2030	
	1.000 Mg	%	1.000 Mg	%
Lebensmittelreste	30.307	30 %	12.704	23 %
Grünabfälle	7.462	7 %	1.569	3 %
andere Bioabfälle	833	1 %	833	1 %
PPK	15.412	15 %	7.128	13 %
Glas	4.757	5 %	754	1 %
Holz	2.683	3 %	1.317	2 %
Metall	2.944	3 %	475	1 %
Kunststoff	13.948	14 %	8.459	15 %
Textilien	4.206	4 %	4.206	7 %
Feinmüll	3.927	4 %	3.927	7 %
Inertes	2.395	2 %	2.395	4 %
Sonstige	12.405	12 %	12.405	22 %
Insgesamt	**101.280**	**100 %**	**56.171**	**100 %**

Die Abfalleigenschaften für die Restmüllzusammensetzungen im Leitszenario 2030 werden wieder auf die gleiche Weise berechnet wie für das Basisjahr (siehe Kapitel 5.3). Tabelle 43 zeigt die resultierenden Werte[32]. Zum Vergleich sind wieder die Werte für Deutschland angegeben. Im Vergleich zum Basisjahr 2017 (Tabelle 35) führen die Annahmen in den Leitszenarien zu höheren Heizwerten und höheren fossilen Kohlenstoffgehalten im Restmüll für die EU27 (ohne DE), Cluster 1 und Cluster 2 bzw. zu niedrigeren biogenen Kohlenstoffgehalten. Anders verhält es sich im Leitszenario für Deutschland, wo die Anteile der im Restmüll verbleibenden fossilen Wertstoffe wie Kunststoffe geringer sind.

Tabelle 43: Kenndaten Restmüll, Leitszenarien 2030 (SiAbf 2030 LS)

	Heizwert in MJ/kg	Fossiler C-Gehalt in % Abfall	Biogener C-Gehalt in % Abfall
EU27 (ohne DE)	11,0	14,0 %	14,4 %
Cluster 1	10,2	13,2 %	13,1 %
Cluster 2	10,7	13,0 %	14,8 %
Deutschland	9,1	8,9 %	15,9 %

Ausgehend von den Mengen der zusätzlichen Getrenntsammlung sowie den Mengen und der Zusammensetzung des Restmülls sind weitere Annahmen für die Erstbehandlung erforderlich.

[32] Ein Gesamtüberblick über die Kenndaten für Restmüll für die verschiedenen Siedlungsabfall-Bilanzräume und Szenarien findet sich in Tabelle 156.

Annahmen zur Erstbehandlung für das Leitszenario 2030

Auf der Grundlage der oben beschriebenen Berechnung wurde die Erstbehandlung 2030 in zwei Schritten ermittelt:

- Aufteilung der weitgehend reduzierten Restmüllmengen, die 2030 behandelt werden, auf Deponie, Verbrennung und MBA.
- Aufteilung der in MBA behandelten Mengen auf die 5 Anlagentypen und Aufteilung der behandelten organischen Abfälle auf Kompostierung, Vergärung und Soldatenfliegenlarve.

Restmüllbehandlung 2030

Die Behandlung von Restmüll 2030 wurde für jedes Land wie folgt berechnet:

1. Die Beträge der zusätzlichen getrennten Sammlung wurden vom Deponiewert 2017 abgezogen,
2. Dann wurde geprüft, ob die daraus resultierenden deponierten Mengen größer oder kleiner als Null sind
   a. Deponierte Mengen, die kleiner als Null sind, wurden immer auf Null korrigiert, und die zur Deponierung hinzugefügten Mengen wurden von den beiden sonstigen Behandlungen (MBA und Verbrennung, siehe Schritt 3 unten) abgezogen,
   b. Deponierte Mengen, die größer als Null sind, wurden für Cluster 2 und die nicht in Clustern zusammengefassten Länder[33] auf Null reduziert,
   c. Für Cluster 1 wurden die deponierten Mengen mit dem LF-Ziel 2035 verglichen, d. h. ob der Wert 2030 niedrig genug war, um das Deponieziel realistisch zu erreichen (28 % wurde als angemessen angesehen, um das Ziel von 25 % fünf Jahre später zu erreichen[34]).
      i) In drei Ländern (Kroatien, Rumänien, Slowakei) musste die Deponierung reduziert werden, um eine Quote von 28 % zu erreichen, wobei die Mengen ausschließlich der MBA oder der Verbrennung zugeführt wurden.
      ii) Für die übrigen Länder waren keine Änderungen erforderlich, mit Ausnahme von drei Ländern (Kroatien, Rumänien, Slowakei), in denen aus den Befragungen der Interessengruppen bekannt war, dass Verbrennungskapazitäten geplant sind: Hier wurde die für die direkte Verbrennung von Siedlungsabfällen angenommene Kapazität zur Verbrennung hinzugerechnet und von der Deponierung abgezogen.
3. Für die 12 Länder mit einer deponierten Menge von weniger als Null aus Schritt 1 wurden die folgenden Ländergruppen unterschieden:
   a. Abzug der Mengen ausschließlich von MBA, wenn MBA 2017 die Aufteilung MBA/Verbrennung dominierte,
   b. Abzug der Mengen ausschließlich von Verbrennung, wenn Verbrennung 2017 die Aufteilung MBA/Verbrennung 2017 dominierte,
   c. Abzug der Mengen anteilig von MBA und Verbrennung, gemäß der Aufteilung MBA/Verbrennung in 2017.

[33] Für Cluster 2 und die verbleibenden Länder ohne Cluster war die deponierte Menge in 12 von 14 Ländern kleiner als Null, d. h. die 2017 deponierten Mengen waren bereits kleiner als die zusätzlichen Mengen, die 2030 getrennt gesammelt werden müssen. Für die zwei Länder (Tschechien und Irland, beide in Cluster 2) mit verbleibenden Deponiemengen 2030 größer Null wurden die Deponiemengen auf Null gesetzt und zu gleichen Teilen zu MBA und Verbrennung addiert.

[34] Das Deponieziel der Deponierichtlinie ist für 2035 angegeben und daher nicht direkt für die 2030-Szenarien verwendbar. Vereinfachend wird die zu deponierende Menge für Cluster 1 manuell festgelegt, indem der 2030 deponierte Anteil mit dem 2017 deponierten Anteil (37 %) und dem Ziel für 2035 (25 %) interpoliert wird, was zu 28 % im Jahr 2030 führt, die zur Erreichung des Ziels erforderlich sind.

Bei den Gruppen a) bis c) wurde eine Entscheidung auf der Grundlage des jeweiligen Landes getroffen, wobei auch Aspekte wie die Behandlungsinfrastruktur und wahrscheinliche Veränderungen (z. B. Schließung alter Anlagen) berücksichtigt wurden.

Tabelle 137 fasst für alle Länder detailliert zusammen, welche Anpassungen für jedes Land vorgenommen wurden, welche Annahmen getroffen wurden, und zeigt die Erstbehandlung von Restmüll 2030 für alle 26 erfassten Länder.

MBA-Behandlung und Behandlung von Organikabfällen 2030

Die Annahmen für die Verteilung der MBA und der Behandlung von Organikabfällen wurden auf der Ebene von Cluster 1, Cluster 2 und der nicht geclusterten Ländergruppe getroffen, aber auch unter Berücksichtigung wahrscheinlicher Entwicklungen in einzelnen Ländern, wenn die betroffenen Mengen für das gesamte geografische Gebiet relevant waren (z. B. MBA in Italien und Spanien). Unter der Voraussetzung, dass die Recyclingziele erreicht werden, gibt es zwei Hauptfaktoren für die Zukunft der Behandlungsinfrastruktur von MBAs und organischen Abfallbehandlungsanlagen in Europa.

Einerseits werden die Restmüllmengen stark reduziert, während die Mengen an getrennt gesammelten Organikabfällen, die einer Behandlung bedürfen, erheblich steigen werden. Der Abbau von MBA-Kapazitäten wird vor allem MBA 1 (Biostabilisierung) betreffen, die entweder geschlossen oder zu MBA 4 (Vergärung) umgebaut werden. In Anbetracht des großen künftigen Bedarfs an Anlagen zur Behandlung von Organikabfällen ist auch eine Umrüstung von MBA 1 auf Kompostierungs- oder Vergärungsanlagen ohne mechanische Sortierkomponente wahrscheinlich. Darüber hinaus wird der geringere organische Anteil im Restmüll eine Triebkraft für mehr Anlagen sein, die nur eine mechanische Sortierung (MBA 5) ohne biologische Behandlung durchführen.

Da die getrennt gesammelten Organikabfällen im Jahr 2030 einen viel höheren Anteil an Lebensmittelabfällen haben werden, werden große Kapazitäten für die Vergärung erforderlich sein. Bei der Kompostierung wird es eine Verlagerung von der offenen Kompostierung zur geschlossenen Kompostierung geben.

Dies führte zu den in der rechten Spalte der Tabelle beschriebenen Annahmen in Tabelle 44 bis Tabelle 46 für die Cluster 1, Cluster 2 und die Gruppe der nicht geclusterten Länder. Annahmen in blauer Schrift bedeuten, dass die Verringerung oder Erhöhung proportional zur Verteilung 2017 erfolgte. Für Organikabfälle wurden die Berechnungen schrittweise durchgeführt, indem die oben beschriebenen erwarteten Entwicklungen verfolgt wurden und dann der Anteil der Lebensmittelabfälle in Kompostierungsverfahren auf maximal 20 % für die offene Kompostierung und 33 % für die geschlossene Kompostierung angepasst wurde. Für Cluster 1 wurde ein Anteil von 50 % angenommen, da die Vergärung im Vergleich zu 2017 nicht weiter gesteigert werden konnte. Bei den neuen Behandlungsmethoden wird in beiden Clustern davon ausgegangen, dass 2 % der Lebensmittelabfälle mit Soldatenfliegenlarven behandelt werden, da sie südliche Länder mit warmem Klima beinhalten. Darüber hinaus werden in Cluster 2 und in den Ländern, die nicht zu den Clustern gehören und über fortschrittlichere Abfallbehandlungssysteme verfügen, 5 % des getrennt gesammelten Holzes einer Pyrolyse unterzogen.

Tabelle 44: Behandlung in MBAs und Behandlung Organikabfälle 2017 und 2030 und Annahmen, Cluster 1, Leitszenario (SiAbf CL1 2030 LS)

Abfallstrom	2017	2030	Unterschied	Annahme
	1.000 Mg	1.000 Mg	%	
MBAs	**12.145**	**7.729**	**-36 %**	
MBA 1 - Biostabilisierung	4.537	454	-90 %	werden weitgehend stillgelegt oder in Kompostieranlagen umgewandelt
MBA 2 - Biologische Trocknung ohne Kunststoffrecycling	965	965	0 %	Unverändert
MBA 3 - Biologische Trocknung mit Kunststoffrecycling	851	851	0 %	Unverändert
MBA 4 - Vergärung	2.552	2.219	-13 %	Geringfügig reduziert
MBA 5 - Sortierung + Energieerzeugung	3.240	3.240	0 %	Unverändert
Organikabfälle	**2.388**	**9.598**	**302 %**	
Lebensmittelreste - Soldatenfliegenlarve		115	-	Man geht davon aus, dass 2 % der Lebensmittelabfälle auf Zypern, Griechenland und Malta entfallen.
Lebensmittelreste – offene Kompostierung	473	366	-23 %	Leichter Rückgang
Lebensmittelreste - Geschlossene Kompostierung	115	2.140	1768 %	Gleicher Wert wie der entsprechende Wert für den Grünabfälle (max. 50 % Lebensmittel)
Lebensmittelreste - Vergärung	71	3.152	4310 %	Neue Anlagen aufgrund der Beschränkung von Lebensmittelabfällen in der Kompostierung
Grünabfälle - Offene Kompostierung	1.332	1.464	10 %	Leichter Anstieg
Grünabfälle - Geschlossene Kompostierung	258	2.140	730 %	Neue Pflanzen sind hier wichtig
Grünabfälle - Vergärung	70	150	116 %	Leichter Anstieg
Andere Bioabfälle - Offene Kompostierung	65	65	0 %	Unverändert
Andere Bioabfälle - geschlossene Kompostierung	3	3	0 %	Unverändert
Andere Bioabfälle - Vergärung	2	2	0 %	Unverändert

Tabelle 45: Behandlung in MBAs und Behandlung Organikabfälle 2017 und 2030 und Annahmen, Cluster 2, Leitszenario (SIABF CL2 2030 LS)

Abfallstrom	2017	2030	Unterschied	Annahme
	1.000 Mg	1.000 Mg	%	
MBAs	**15.357**	**8.367**	**-46 %**	
MBA 1 - Biostabilisierung	8.501	0	-100 %	Werden stillgelegt oder in Kompostieranlagen umgewandelt (z. B. Spanien)
MBA 2 - Biologische Trocknung ohne Kunststoffrecycling	0	0	-	Unverändert
MBA 3 - Biologische Trocknung mit Kunststoffrecycling	1.374	1.677	22 %	Anstieg im Verhältnis wie 2017
MBA 4 - Vergärung	5.111	6.238	22 %	Anstieg im Verhältnis wie 2017
MBA 5 - Sortierung + Energieerzeugung	371	452	22 %	Anstieg im Verhältnis wie 2017
Organikabfälle	**9.639**	**23.581**	**145 %**	
Lebensmittelreste - Soldatenfliegenlarve	0	276	-	Schätzungsweise 2 % der Lebensmittelabfälle, aufgrund von Spanien und Portugal
Lebensmittelreste – offene Kompostierung	430	276	-36 %	Leichter Rückgang
Lebensmittelreste - Geschlossene Kompostierung	1.264	3.864	206 %	Erhöht, um den maximalen Anteil an Lebensmittelabfällen dieser Art zu erreichen (20 %)
Lebensmittelreste - Vergärung	825	9.384	1038 %	Erhöht, um den maximalen Anteil an Lebensmittelabfällen dieser Art zu erreichen (33 %)
Grünabfälle - Offene Kompostierung	1.225	1.684	38 %	Anstieg im Verhältnis wie 2017
Grünabfälle - Geschlossene Kompostierung	5.697	7.836	38 %	Anstieg im Verhältnis wie 2017
Grünabfälle - Vergärung	166	228	38 %	Anstieg im Verhältnis wie 2017
Andere Bioabfälle - Offene Kompostierung	5	5	0 %	Unverändert
Andere Bioabfälle - geschlossene Kompostierung	17	17	0 %	Unverändert
Andere Bioabfälle - Vergärung	10	10	0 %	Unverändert

Tabelle 46: Behandlung in MBAs und Behandlung Organikabfälle 2017 und 2030 und zugrunde gelegte Annahmen, Länder ohne Cluster, Leitszenario (LS ohne Cluster 2030)

Abfallstrom	2017	2030	Unterschied	Annahme
	1.000 Mg	1.000 Mg	%	
MBAs	**10.918**	**6.893**	**-37 %**	
MBA 1 - Biostabilisierung	9.976	2.007	-80 %	werden weitgehend stillgelegt oder in Kompostieranlagen umgewandelt (z. B. Italien)
MBA 2 - Biologische Trocknung ohne Kunststoffrecycling	318	318	0 %	Unverändert
MBA 3 - Biologische Trocknung mit Kunststoffrecycling	0	0		Unverändert
MBA 4 - Vergärung	516	3.777	632 %	Anstieg im Verhältnis wie 2017
MBA 5 - Sortierung + Energieerzeugung	108	792	632 %	Anstieg im Verhältnis wie 2017
Organikabfälle	**11.499**	**13.844**	**20 %**	
Lebensmittelreste - Soldatenfliegenlarve	0	0	-	Nicht angewandt
Lebensmittelreste – offene Kompostierung	292	177	-39 %	Leichter Rückgang
Lebensmittelreste - Geschlossene Kompostierung	2.461	2.721	11 %	Erforderlich für die Menge der gesammelten gemischten organischen Abfälle (Belgien, Österreich usw.)
Lebensmittelreste - Vergärung	1.955	3.017	54 %	Erforderlich für zusätzliche Lebensmittelabfälle in Ländern wie Italien
Grünabfälle - Offene Kompostierung	3.417	1.807	-47 %	Rückgang aufgrund der verstärkten geschlossenen Kompostierung
Grünabfälle - Geschlossene Kompostierung	1.775	4.517	154 %	Erforderlich bei hohem Lebensmittelabfallanteil in der gemischten Sammlung
Grünabfälle - Vergärung	122	129	6 %	Unverändert
Andere Bioabfälle - Offene Kompostierung	390	390	0 %	Unverändert
Andere Bioabfälle - geschlossene Kompostierung	554	554	0 %	Unverändert
Andere Bioabfälle - Vergärung	533	533	0 %	Unverändert

Für Cluster 1 und Cluster 2 wurden die zusammenfassenden Tabellen Aufkommen und Erstbehandlung von Siedlungsabfällen 2030 direkt aus den oben dargestellten Tabellen berechnet, wobei MBA 1 bis MBA 4 zu MBA aggregiert wurden, MBA 5 wird, ähnlich wie die deutschen Daten, als "gemischte Abfallsortierung" dargestellt, und die beiden Kompostierungsarten werden ebenfalls aggregiert (Tabelle 47 und Tabelle 48). Die detaillierten Ergebnisse ohne Aggregate finden sich in Tabelle 138 und Tabelle 139.

Tabelle 47: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 1, Leitszenario (SiAbf CL1 2030 LS)

Abfallfraktion	2017	2030	Unterschied
	1.000 Mg	1.000 Mg	%
Restmüll Deponie	13.495	4.268	-68 %
Restmüll Verbrennung	1.220	1.853	52 %
Restmüll MBA	8.905	4.489	-50 %
Mischabfallsortierung	3.240	3.240	0 %
Anderer Bioabfall	69	69	0 %
davon Kompostierung	68	68	0 %
davon Vergärung	2	2	0 %
davon HTC	-	-	-
davon Soldatenfliegenlarve	-	-	-
Grünabfälle	1.660	3.755	126 %
davon Kompostierung	1.590	3.605	127 %
davon Vergärung	70	150	116 %
davon Biomasseheizkraftwerk	-	-	-
Lebensmittelreste	659	5.773	777 %
davon Kompostierung	587	2.506	327 %
davon Vergärung	71	3.152	4310 %
davon Soldatenfliegenlarve	0	115	-
PPK	2.711	4.824	78 %
Glas	1.245	2.461	98 %
Kunststoffe	1.081	2.699	150 %
LVP			
Metalle	605	1.204	99 %
Holz	96	351	266 %
davon Pyrolyse	-	-	
Insgesamt	**34.986**	**34.986**	**0 %**

Tabelle 48: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 2, Leitszenario (SIABF CL2 2030 LS)

Abfallfraktion	2017	2030	Unterschied
	1.000 Mg	1.000 Mg	%
Restmüll Deponie	15.373	0	-100 %
Restmüll Verbrennung	21.491	18.015	-16 %
Restmüll MBA	14.986	7.915	-47 %
Mischabfallsortierung	371	452	22 %
Anderer Bioabfall	32	32	0 %
davon Kompostierung	22	22	0 %
davon Vergärung	10	10	0 %
davon HTC	-	-	-
davon Soldatenfliegenlarve	-	-	-
Grünabfälle	7.088	9.748	38 %
davon Kompostierung	6.922	9.520	38 %
davon Vergärung	166	228	38 %
davon Biomasseheizkraftwerk	-	-	-
Lebensmittelreste	2.519	13.800	448 %
davon Kompostierung	1.694	4.140	144 %
davon Vergärung	825	9.384	1038 %
davon Soldatenfliegenlarve	-	276	-
PPK	5.654	10.089	78 %
Glas	5.293	7.432	40 %
Kunststoffe	2.377	5.435	129 %
LVP	-	-	-
Metalle	2.136	3.475	63 %
Holz	392	1.318	236 %
davon Pyrolyse	-	66	-
Insgesamt	**77.712**	**77.712**	0 %

Für die EU27 wurden die für Cluster 1, Cluster 2 und die nicht geclusterten Länder berechneten Beträge aggregiert, um die detaillierten Ergebnisse für die EU27 ohne Deutschland zu erhalten, die in Tabelle 140. Diese wurden dann mit den deutschen Daten zusammengeführt (Tabelle 141) zusammengeführt, um zu den Werten in Tabelle 49.

Tabelle 49: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, EU27, Leitszenario (SiAbf EU27 2030 LS)

Abfallfraktion	2017	2030	Unterschied
	1.000 Mg	1.000 Mg	%
Restmüll Deponie	29.703	4.268	-86 %
Restmüll Verbrennung	47.123	38.819	-18 %
Restmüll MBA	37.671	20.612	-45 %
Mischabfallsortierung	7.604	7.241	-5 %
Anderer Bioabfall	6.057	9.256	53 %
davon Kompostierung	3.531	3.531	0 %
davon Vergärung	2.526	5.649	124 %
davon HTC	-	25	-
davon Soldatenfliegenlarve	-	50	-
Grünabfälle	19.743	25.637	30 %
davon Kompostierung	18.378	23.654	29 %
davon Vergärung	1.043	1.661	59 %
davon Biomasseheizkraftwerk	322	322	
Lebensmittelreste	8.868	26.472	199 %
davon Kompostierung	5.090	9.545	88 %
davon Vergärung	3.778	16.535	338 %
davon Soldatenfliegenlarve	-	391	-
PPK	22.695	31.832	40 %
Glas	11.966	16.516	38 %
Kunststoffe	6.577	12.994	98 %
LVP	4.030	4.030	0 %
Metalle	3.895	6.598	69 %
Holz	3.429	5.089	48 %
davon Pyrolyse	-	254	-
Insgesamt	**209.362**	**209.362**	**0 %**

Anmerkung: Zusammengeführt aus Tabelle 140 und Tabelle 141

Annahmen zu technischen Optimierungen

Neben den Massenstromumlenkungen sind in den Leitszenarien 2030 auch technische Optimierungen angenommen:

- Steigerung der Wirkungsgrade von TAB und BMKW,

- Erhöhung der Metallausbeuten aus dem Restmüll zur Behandlung,
- Erhöhung des Anteils der Biomethanerzeugung.

Die Annahmen entsprechen weitgehend denen für Deutschland (Teilbericht Deutschland) und werden einheitlich für alle EU-Bilanzräume verwendet. Eine Ausnahme ist die Erhöhung der Ausbeute aus der Sortierung und Aufbereitung von trockenen Wertstoffen, die für die EU-Bilanzräume ohne Deutschland generell nicht angenommen wurde. Die Erhöhung der Wirkungsgrade für TAB und BMKW zeigt Tabelle 50. Für die Metallausbeute aus Restmüll zur Behandlung wird für alle Behandlungswege (TAB, MBA, MA) gleichermaßen eine Steigerung von 20 % angenommen. Der Anteil der Erzeugung von Biomethan aus der Vergärung von getrennt erfasstem Organikabfall (siehe "CO_2 Trennung", Tabelle 24) wird mit einem Anstieg von 10 % angenommen.

Tabelle 50: Nettowirkungsgrade für die energetische Verwertung im Leitszenario

	Elektrisch	Thermisch
TAB	16 %	46 %
BMKW	18 %	40 %

Darüber hinaus wurde auch die Annahme für EBS, Sortierreste oder Rückstände wie für Deutschland übernommen, dass 2030 keine Mitverbrennung in Kohlekraftwerken mehr stattfindet. Die im Jahr 2017 mitverbrannten Mengen werden in den Szenarien für 2030 über TAB behandelt.

5.4.2 Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate für die EU27 (EK)

Das Szenario mit der Einbeziehung der Eigenkompostierung in die RC-Rate dient – wie auch die separat berechnete deutsche Bilanz – dazu, das hohe Ambitionsniveau zur Erreichung der RC-Rate im Leitszenario 2030 zu kontrastieren. Dies geschieht mit einer Modellvariante, die eine weniger ambitionierte Steigerung der Getrenntsammlung ermöglicht, indem die Menge der Eigenkompostierung in die RC-Rate einbezogen wird. Dazu wird die Eigenkompostierungsmenge so angesetzt, dass sich ein entsprechend niedrigeres Ambitionsniveau für die gesteigerte Getrenntsammlung ergibt, dass die Bandbreite unterschiedlicher Ambitionsniveaus diskutiert werden kann. Dieser Ansatz ist eine Modellvariante, die Datenunsicherheiten sind hoch (Kapitel 5.2.3.1). Darüber hinaus ist es im Rahmen dieser Studie weder beabsichtigt noch möglich, mögliche Wechselwirkungen zwischen der getrennten Sammlung nativ-organischer Abfälle und der Eigenkompostierung zu diskutieren.

Das Szenario mit Eigenkompostierung im RC-Rate baut vollständig auf dem oben genannten Leitszenario für die EU27 auf. Die wichtigsten Annahmen für das Szenario mit Eigenkompostierung sind:

- In Cluster 1 und den Ländern ohne Cluster werden 100 kg/E zu Hause kompostiert, in Cluster 2 liegt dieser Wert bei 75 kg/E. Legt man die Bevölkerungszahlen von 2017 zugrunde, ergibt dies 32,3 Millionen Tonnen Eigenkompostierung in der EU27 ohne Deutschland.

- Für Deutschland wurde die Menge der Eigenkompostierung auf 7,9 Millionen Tonnen (ca. 95 kg/E) festgelegt (siehe Teilbericht Deutschland). Insgesamt beläuft sich die im Szenario für die EU27 berücksichtigte Menge für die Eigenkompostierung damit auf 40,2 Mio. Tonnen.

- Die eigenkompostierten Mengen werden 2017 und 2030 zum Siedlungsabfallaufkommen addiert (gleiche Gesamtabfallmengen als Voraussetzung der Ökobilanzmethode für Systemvergleiche) und als Recycling gezählt. Dies führt zu einem Anstieg der Restmüllmenge und zu einem Rückgang der getrennten Sammlung (im Vergleich zum Leitszenario), die zur Erreichung der Recyclingziele erforderlich ist.
- Alle Behandlungssaufteilungen (Restmüll, MBA, Organikabfälle) aus dem Leitszenario wurden beibehalten und auf die geänderten Mengen proportional angewendet.

Der oben angenommene Pro-Kopf-Wert für die Eigenkompostierung in Cluster 1 und den Nicht-Cluster-Ländern ist ähnlich wie der für Deutschland angenommene Wert. Der Grund für den abweichenden Wert für Cluster 2 ist die Annahme, dass Cluster 2 aufgrund des in den Interviews mit Verbänden erwähnten höheren Urbanisierungsgrades eine niedrigere Eigenkompostierungsrate aufweist.

Im Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate ist eine geringere getrennte Sammlung erforderlich, um das Recyclingziel zu erreichen, als im Leitszenario, da die Mengen der Eigenkompostierung für die Erfüllung des Recyclingziels angerechnet werden können. In der EU27 (ohne DE) muss die Restmüllmenge nur um 30 % reduziert werden[35] im Vergleich zu 45 % im Leitszenario. Für Deutschland beträgt der Anteil des Restmülls, der im Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate zusätzlich getrennt werden muss, 13 % (siehe Tabelle 145), während er im Leitszenario mit 29 % etwa doppelt so hoch ist (siehe Tabelle 141). In den zusammengefassten Daten für die EU27 wird der Restmüll in dem Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate um 27 % reduziert (berechnet aus Tabelle 54, Wert für das Leitszenario 2030: 42 %, berechnet aus Tabelle 49).

In der EU27 (ohne DE) beträgt die gesamte Steigerungsrate der getrennten Sammlung für Recycling im Jahr 2030 52 % (siehe Tabelle 51; zum Vergleich Leitszenario 77 %, siehe Tabelle 40). In den zusammengefassten Daten für die EU27 beträgt die Steigerungsrate der getrennten Sammlung für das Recycling 38 % (Leitszenario 2030: 59 %).

Tabelle 51: Mengen für die Getrenntsammlung 2017, die zusätzliche und gesamte Getrenntsammlung 2030 und Steigerungsraten im Vergleich zu 2017, EU27 (ohne DE), Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate (SiAbf EU27 (ohne DE) 2030 EK)

Abfallstrom	Getrennte Sammlung 2017 (1.000 Mg)	Zusätzliche getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Steigerungsraten [%]
Organikabfälle	**23.526**	**16.829**	**40.355**	**72 %**
Lebensmittelreste	7.886	13.864	21.749	176 %
Grünabfälle	14.062	2.966	17.027	21 %
andere Bioabfälle	1.578	0	1.578	0 %
Trockene Wertstoffe	**35.323**	**13.539**	**48.862**	**38 %**
PPK	14.906	4.996	19.902	34 %
Glas	9.391	2.104	11.495	22 %

[35] 30,368 Mio. Mg zusätzliche getrennte Sammlung 2030 in Tabelle 51 geteilt durch 101,280 Mio. Mg Restmüll im Jahr 2017.

Abfallstrom	Getrennte Sammlung 2017 (1.000 Mg)	Zusätzliche getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Steigerungsraten [%]
Holz	2.063	880	2.943	43 %
Metall	3.523	1.619	5.142	46 %
Kunststoff	5.440	3.939	9.379	72 %
Insgesamt	**58.849**	**30.368**	**89.217**	**52 %**

Die veränderte Zusammensetzung des Restmülls im Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate 2030 für die EU27 (ohne DE) zeigt Tabelle 52. Die Zusammensetzung im Basisjahr 2017 ist die gleiche wie im Basisvergleich. Für die Abfallzusammensetzung im Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate 2030 werden die Kenndaten, Heizwert und fossiler sowie biogener Kohlenstoffgehalt, wiederum nach dem in Kapitel 5.3 beschriebenen Vorgehen ermittelt. Die sich daraus ergebenden Werte für die EU27 (ohne DE) und für die separat berechnete Bilanz für Deutschland zeigt Tabelle 53. Im Vergleich zu den Werten für das Leitszenario (Tabelle 43) sind der Heizwert und insbesondere der fossile Kohlenstoffgehalt für die EU27 (ohne DE) niedriger, der biogene Kohlenstoffgehalt etwas höher. Für Deutschland ist es wiederum umgekehrt, aber die Differenz zum Basisjahr 2017 (Tabelle 35) ist geringer als beim Leitszenario.

Tabelle 52: Restmüll-Zusammensetzung 2017 und 2030, EU27 (ohne DE), Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate (SiAbf EU27 (ohne DE) EK 2030)

Abfallstrom	2017[1]		2030	
	1.000 Mg	%	1.000 Mg	%
Lebensmittelreste	30.307	30 %	16.443	23 %
Grünabfälle	7.462	7 %	4.497	6 %
andere Bioabfälle	833	1 %	833	1 %
PPK	15.412	15 %	10.416	15 %
Glas	4.757	5 %	2.653	4 %
Holz	2.683	3 %	1.803	3 %
Metall	2.944	3 %	1.325	2 %
Kunststoff	13.948	14 %	10.009	14 %
Textilien	4.206	4 %	4.206	6 %
Feinmüll	3.927	4 %	3.927	6 %
Inertes	2.395	2 %	2.395	3 %
Sonstige	12.405	12 %	12.405	17 %
Insgesamt	**101.280**	**100 %**	**70.912**	**100 %**

1) Entspricht der Restmüllzusammensetzung des Basisszenarios 2017.

Tabelle 53: Kenndaten Restmüll, Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate 2030

	Heizwert in MJ/kg	Fossiler C-Gehalt in % Abfall	Biogener C-Gehalt in % Abfall
EU27 (ohne DE)	10,5	12,6 %	14,8 %
Deutschland	9,2	9,2 %	15,8 %

Die zusammengefassten Daten für das Abfallaufkommen und die Erstbehandlung in der EU27 zeigt Tabelle 54. Für das Jahr 2017 besteht der einzige Unterschied zum Basisszenario 2017 darin, dass die definierte Eigenkompostierungsmenge hinzugefügt ist, die auch für 2030 unverändert bleibt. Im Vergleich zum Leitszenario (Tabelle 49) ist die reduzierte Menge an zu deponierendem Restmüll im Jahr 2030 nahezu identisch. Die weniger erforderliche getrennte Sammlung und damit höhere Restmüllmenge im Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate wird über Verbrennung, MBA und MA (einfache Sortierung Mischmüll) behandelt. Die mindestens geforderte Abkehr von der Deponie führt in diesem Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate zu einer etwas höheren Restmüllmenge zur Verbrennung als 2017.

Ein weiterer signifikanter Unterschied im Szenario 2030 mit Eigenkompostierung in der RC-Rate ist bei den Organikabfällen zu erkennen. Hier müssen nur noch etwa 18,3 Mio. Tonnen zusätzlich getrennt erfasst werden (statt etwa 26,7 Mio. Mg im Leitszenario). Diese Menge erfordert aber immer noch eine deutliche Ausweitung der bestehenden Behandlungskapazitäten.

Tabelle 54: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, EU27, Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate (SiAbf EU27 2030 EK)

Abfallfraktion	2017	2030	Unterschied
	1.000 Mg	1.000 Mg	%
Restmüll Deponie	29.703	5.388	-82 %
Restmüll Verbrennung	47.123	48.631	3 %
Restmüll MBA	37.671	25.942	-31 %
Mischabfallsortierung	7.604	9.037	19 %
Anderer Bioabfall	6.057	7.569	25 %
davon Kompostierung	3.531	3.531	0 %
davon Vergärung	2.526	3.962	57 %
davon HTC		25	-
davon Soldatenfliegenlarve		50	-
Grünabfälle	19.743	22.709	15 %
davon Kompostierung	18.378	20.800	13 %
davon Vergärung	1.043	1.586	52 %
davon Biomasseheizkraftwerk	322	322	0 %

Abfallfraktion	2017	2030	Unterschied
Lebensmittelreste	8.868	22.732	156 %
davon Kompostierung	5.090	8.145	60 %
davon Vergärung	3.778	14.253	277 %
davon Soldatenfliegenlarve		334	-
PPK	22.695	28.068	24 %
Glas	11.966	14.320	20 %
Kunststoffe	6.577	10.935	66 %
LVP	4.030	4.030	0 %
Metalle	3.895	5.621	44 %
Holz	3.429	4.382	28 %
davon Pyrolyse		232	-
Eigenkompostierung	40.194	40.194	0 %
Insgesamt	**249.556**	**249.556**	**0 %**

Anmerkung: Zusammengeführt aus Tabelle 144 und Tabelle 145

5.4.3 Spezialszenarien für Cluster 1 und Cluster 2 (SS)

Für die EU-Bilanzräume Cluster 1 und Cluster 2 wurden Spezialszenarien entwickelt, um die Auswirkungen zu testen, die sich ergeben, wenn einige Mitgliedstaaten die Recyclingziele nicht vollständig einhalten. Die Szenarien bauen vollständig auf den Leitszenarien in Kapitel 5.4.1 auf. Die folgenden Änderungen wurden vorgenommen:

- Cluster 1:
  - 10 % weniger getrennte Sammlung als im Leitszenario (Recyclingziel nicht erreicht): Die betroffenen (nicht getrennt gesammelten) Mengen werden vollständig verbrannt.
  - 70 % der Asche wird aus den Restmüllfraktionen "Inertstoffe" und "Feinmüll" entfernt und stattdessen separat zur Deponierung gesammelt. Die aus dem Restmüll entfernten Mengen werden anteilig von der Deponie, Verbrennung und MBA abgezogen, basierend auf der Aufteilung der Restmüllbehandlung im Leitszenario.
  - Alle anderen Behandlungssanteile (MBA, Organikabfälle) aus den Leitszenarien wurden beibehalten und auf die geänderten Mengen angewandt.
- Cluster 2:
  - Die Deponierung liegt nicht bei Null, sondern es wird davon ausgegangen, dass die Länder so viel Restmüll deponieren werden, dass das Deponieziel wahrscheinlich erreicht wird (13 % wurden als angemessen angesehen, um das Ziel von 10 % fünf Jahre später zu erreichen[36]). Für Länder mit Deponieraten von weniger als 13 % im Jahr 2017

[36] Das Deponieziel der Deponierichtlinie ist für 2035 angegeben und daher nicht direkt für die 2030-Szenarien verwendbar. Die Vereinfachung der zu deponierenden Menge wird für Cluster 2 manuell festgelegt, indem der 2030 deponierte Anteil mit dem 2017 deponierten Anteil (20 %) und dem Ziel für 2035 (10 %) interpoliert wird, was zu 13 % im Jahr 2030 führt, die zur Erreichung des Ziels erforderlich sind.

wurde dieses Niveau beibehalten, während für die anderen Länder die zu deponierenden Mengen auf 13 % reduziert wurden.

- 10 % weniger getrennte Sammlung als im Leitszenario (Recyclingziel nicht erreicht): Die betroffenen Mengen (nicht getrennt gesammelt) werden dem Restmüll zugeschlagen.
- Die erhöhte Restmüllmenge wird bis zur zulässigen Höchstmenge (8,8 Mio. Mg) deponiert, und die verbleibenden Restmüllmengen werden anteilig TAB und MBA zugewiesen, basierend auf der Aufteilung zwischen diesen beiden Behandlungsarten im Leitszenario.
- Alle anderen Behandlungssplits (MBA, Organikabfälle) aus den Leitszenarien wurden beibehalten und auf die geänderten Mengen angewandt.

Die Idee hinter den Spezialszenarien für Cluster 1 und Cluster 2 ist es, die Auswirkungen von weniger Recycling zu testen. Für Cluster 1 wird zusätzlich die Beseitigung einer Abfallfraktion (Asche) ohne Heizwert getestet, während für Cluster 2 die Auswirkungen erheblicher Mengen, die noch deponiert werden dürfen, bewertet werden sollen. Aufgrund der oben genannten Annahmen sind die Beträge der zusätzlichen getrennten Sammlung für jeden Bilanzraum niedriger als in den Leitszenarien. Dies liegt daran, dass die Recyclingziele in den Spezialszenarien (Cluster 1 und 2) nicht erfüllt werden müssen.

Tabelle 55: Mengen der getrennten Sammlung 2017, zusätzliche und gesamte getrennte Sammlung 2030 und Steigerungsraten im Vergleich zu 2017, Cluster 1, Spezialszenario (SiAbf CL1 2030 SS)

Abfallstrom	Getrennte Sammlung 2017 (1.000 Mg)	Zusätzliche getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Steigerungsraten [%]
Organikabfälle	**2.388**	**6.257**	**8.645**	**262 %**
Lebensmittelreste	659	4.537	5.196	689 %
Grünabfälle	1.660	1.720	3.379	104 %
andere Bioabfälle	69	0	69	0 %
Trockene Wertstoffe	**5.737**	**4.648**	**10.385**	**81 %**
PPK	2.711	1.631	4.341	60 %
Glas	1.245	969	2.215	78 %
Holz	96	220	316	229 %
Metall	605	479	1.084	79 %
Kunststoff	1.081	1.349	2.429	125 %
Insgesamt (getrennte Sammlung für Recycling)	**8.125**	**10.905**	**19.030**	**134 %**
Asche aus Restmüll - Deponierung		**1.980**		

In Cluster 1 entsprechen die zusätzlichen getrennt gesammelten Mengen für das Recycling 134 % der getrennt gesammelten Mengen 2017 (LS 2030: 160 %), in Cluster 2 liegt dieser Wert bei 81 % (LS 2030: 101 %). In Cluster 1 reduziert sich dadurch der Restmüll im Jahr 2030 um 48 % (Tabelle 142, Wert für LS 2030: 48 %), verglichen mit 2017. Der entsprechende Wert liegt für Cluster 2 bei 40 % (Tabelle 143, Wert für das LS 2030: 49 %). Der Grund, warum der Restmüll in Cluster 1 nicht abgenommen hat, ist die Entfernung von Asche aus dem Restmüll in ähnlicher Größenordnung (2 Mio. Tonnen) wie die Zunahme durch eine geringere getrennte Sammlung (2,1 Mio. Tonnen).

Tabelle 56: Mengen der getrennten Sammlung 2017, zusätzliche und gesamte getrennte Sammlung 2030 und Steigerungsraten im Vergleich zu 2017, Cluster 2, Spezialszenario (SiAbf CL2 2030 SS)

Abfallstrom	Getrennte Sammlung 2017 (1.000 Mg)	Zusätzliche getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Getrennte Sammlung 2030 (1.000 Mg)	Steigerungsraten [%]
Organikabfälle	**9.639**	**11.587**	**21.226**	**120 %**
Lebensmittelreste	2.519	9.901	12.420	393 %
Grünabfälle	7.088	1.685	8.773	24 %
andere Bioabfälle	32	0	32	0 %
Trockene Wertstoffe	**15.852**	**9.122**	**24.974**	**58 %**
PPK	5.654	3.427	9.080	61 %
Glas	5.293	1.396	6.689	26 %
Holz	392	794	1.186	202 %
Metall	2.136	991	3.127	46 %
Kunststoff	2.377	2.514	4.892	106 %
Insgesamt	**25.492**	**20.708**	**46.200**	**81 %**

Tabelle 57: Restmüll-Zusammensetzung SiAbf, Cluster 1, Spezialszenario (SiAbf CL1 2030 SS)

Abfallfraktion	2017		2030	
	1.000 Mg	%	1.000 Mg	%
Lebensmittelreste	8.355	31 %	3.818	27 %
Grünabfälle	2.619	10 %	900	6 %
andere Bioabfälle	110	0 %	110	1 %
PPK	3.707	14 %	2.076	15 %
Glas	1.430	5 %	461	3 %
Holz	481	2 %	261	2 %
Metall	705	3 %	226	2 %
Kunststoff	3.707	14 %	2.359	17 %
Textilien	680	3 %	680	5 %
Feinmüll	1.725	6 %	517	4 %
Inertes	1.104	4 %	331	2 %
Sonstige	2.238	8 %	2.238	16 %
Insgesamt	**26.861**	**100 %**	**13.976**	**100 %**

Tabelle 58: Restmüll-Zusammensetzung SiAbf, Cluster 2, Spezialszenario (SiAbf CL2 2030 SS)

Abfallstrom	2017		2030	
	1.000 Mg	%	1.000 Mg	%
Lebensmittelreste	18.335	35 %	8.425	27 %
Grünabfälle	3.325	6 %	794	3 %
andere Bioabfälle	282	1 %	337	1 %
PPK	7.455	14 %	3.607	11 %
Glas	2.516	5 %	451	1 %
Holz	1.766	3 %	1.004	3 %
Metall	1.575	3 %	283	1 %
Kunststoff	6.649	13 %	4.289	14 %
Textilien	2.263	4 %	2.704	9 %
Feinmüll	2.045	4 %	2.443	8 %
Inertes	829	2 %	990	3 %
Sonstige	5.179	10 %	6.186	20 %
Insgesamt	**52.220**	**100 %**	**31.512**	**100 %**

Im Vergleich zu den Leitszenarien wurden keine weiteren Annahmen für MBAs und die Behandlung von Organikabfällen getroffen, da alle Aufteilungen aus den Leitszenarien übernommen wurden.

Tabelle 59: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 1, Spezialszenario (SiAbf CL1 2030 SS)

Abfallfraktion	2017	2030	Unterschied
	1.000 Mg	1.000 Mg	%
Restmüll Deponie	13.495	3.657	-73 %
Restmüll Verbrennung	1.220	3.695	203 %
Restmüll MBA	8.905	3.847	-57 %
Mischabfallsortierung	3.240	2.777	-14 %
Anderer Bioabfall	69	69	0 %
davon Kompostierung	68	68	0 %
davon Vergärung	2	2	0 %
davon Soldatenfliegenlarve			
Grünabfälle	1.660	3.379	104 %
davon Kompostierung	1.590	3.244	104 %
davon Vergärung	70	135	94 %
davon Biomasseheizkraftwerk			
Lebensmittelabfälle	659	5.196	689 %
davon Kompostierung	587	2.256	284 %
davon Vergärung	71	2.836	3869 %
davon Soldatenfliegenlarve		104	-
PPK	2.711	4.341	60 %
Glas	1.245	2.215	78 %
Kunststoffe	1.081	2.429	125 %
LVP			
Metalle	605	1.084	79 %
Holz	96	316	229 %
davon Pyrolyse		0	
Asche aus Restmüll - Deponierung		1.980	-
Insgesamt	**34.986**	**34.986**	0 %

Anmerkung: Basierend auf Tabelle 142

Tabelle 60: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 2, Spezialszenario (SiAbf CL2 2030 SS)

Abfallfraktion	2017	2030	Unterschied
	1.000 Mg	1.000 Mg	%
Restmüll Deponie	15.373	8.817	-43 %
Restmüll Verbrennung	21.491	15.497	-28 %
Restmüll MBA	14.986	6.809	-55 %
Mischabfallsortierung	371	389	5 %
Anderer Bioabfall	32	32	0 %
davon Kompostierung	22	22	0 %
davon Vergärung	10	10	0 %
davon Soldatenfliegenlarve			
Grünabfälle	7.088	8.773	24 %
davon Kompostierung	6.922	8.568	24 %
davon Vergärung	166	205	24 %
davon Biomasseheizkraftwerk			
Lebensmittelabfälle	2.519	12.420	393 %
davon Kompostierung	1.694	3.726	120 %
davon Vergärung	825	8.446	924 %
davon Soldatenfliegenlarve		248	-
PPK	5.654	9.080	61 %
Glas	5.293	6.689	26 %
Kunststoffe	2.377	4.892	106 %
LVP			
Metalle	2.136	3.127	46 %
Holz	392	1.186	202 %
davon Pyrolyse		59	-
Insgesamt	**77.712**	**77.712**	**0 %**

Anmerkung: Basierend auf Tabelle 143

Die Abfallkenndaten für die Restmüllzusammensetzung in den Spezialszenarien 2030 werden wieder auf die gleiche Weise berechnet wie für das Basisjahr und das Leitszenario (siehe Kapitel 5.3). Ein Unterschied ergibt sich nur für das Spezialzenario für Cluster 1. Für Cluster 2 ist die anteilige Zusammensetzung von den Annahmen im Spezialzenario nicht betroffen und entspricht der des Leitszenarios (Tabelle 43). Für Cluster 1 führt die Entfernung von Asche zu einem höheren Heizwert und auch zu höheren Kohlenstoffgehalten im Restmüll:

- Heizwert: 11,1 MJ/kg
- Gehalt an fossilem C: 14,1 %
- Gehalt an biogenem C: 14,7 %

Einen Gesamtüberblick über die Kenndaten des Restmülls für die verschiedenen Siedlungsabfallbilanzräume und Szenarien findet sich in Tabelle 156.

5.4.4 Sensitivität Emissionsfaktor Strom für Cluster 1 und Cluster 2

Ursprünglich war für diese Studie, in der sowohl Deutschland als auch die EU betrachtet werden, geplant, die EU27-Emissionsfaktoren für Strom und Wärme einheitlich für alle Bilanzräume zu verwenden[37]. Damit soll vermieden werden, dass unterschiedliche Energiesysteme in den verschiedenen Bilanzräumen die Ergebnisse beeinflussen. Dies gilt vor allem für das Substitutionspotenzial durch Energie aus Abfall. In Ländern bzw. Länderclustern mit einem hohen THG-Emissionsfaktor, insbesondere für Strom, werden durch die energetische Verwertung ein und derselben Abfallart höhere THG-Minderungspotenziale erreicht als in Ländern mit einem niedrigen THG-Emissionsfaktor. Der Grund dafür sind nicht Maßnahmen in der Kreislaufwirtschaft, sondern im Energiesektor. Da die Klimaschutzpotenziale der Kreislaufwirtschaft der EU-Bilanzräume vergleichend untersucht werden sollen, ist ein einheitlicher Emissionsfaktor unerlässlich, um die Unterschiede sowie die Vor- und Nachteile der abfallwirtschaftlichen Maßnahmen erkennen zu können. Die Emissionsfaktoren für Strom unterscheiden sich erheblich, je nachdem ob die EU27 oder die Cluster 1 und 2 betrachtet werden (siehe Kapitel 4.1.2).

Andererseits ist der nationale Strommix für sich betrachtet durchaus relevant für die Betrachtung des Kreislaufwirtschaftssektors unter Klimaschutzgesichtspunkten. Insbesondere in Ländern, die noch Schwierigkeiten haben, höhere Recyclinganteile zu etablieren und die noch einen weiten Weg zur Defossilisierung ihrer Stromerzeugung vor sich haben, kann die energetische Verwertung einen relevanten Beitrag zum Klimaschutz leisten. Darüber hinaus wurde in den Workshops für Deutschland kritisch angemerkt, dass für Deutschland als separat betrachtete Bilanz nationale Emissionsfaktoren verwendet werden sollten. Um Letzterem Rechnung zu tragen, sind für die THG-Bilanzen für Deutschland im Teilbericht Deutschland einheitlich nationale Emissionsfaktoren für Strom und Wärme verwendet. Um eine Verzerrung bei den EU-Bilanzen zu vermeiden, wurden umgekehrt auch die THG-Bilanzen für Deutschland zusätzlich mit den EU27-Emissionsfaktoren für Strom und Wärme berechnet. Nur die Ergebnisse daraus fließen in die THG-Bilanzen für die EU ein. Die Unterschiede, die sich für Deutschland aus den Bilanzen mit nationalen und EU27-Emissionsfaktoren ergeben, sind im Teilbericht Deutschland beschrieben.

Für die EU-Bilanzen für Siedlungsabfälle werden die Sensitivitäten für das Basisjahr 2017 mit den regionalen Stromemissionsfaktoren für Cluster 1 und für Cluster 2 berechnet (Tabelle 9).

5.5 Ergebnisse THG-Bilanzen

Im Folgenden sind die Ergebnisse des Basisjahres 2017 für die EU27, Cluster 1 und Cluster 2 dargestellt. Darüber hinaus werden nur für das Basisjahr 2017 Ergebnisse für die EU28 gezeigt und die spezifischen Ergebnisse auch mit den Ergebnissen für Deutschland verglichen. Aufgabe dieser Studie war es auch, die Anschlussfähigkeit an Vorgängerstudien zu bewahren bzw. aufzuzeigen. Die Klimaschutzpotenziale der Siedlungsabfallwirtschaft wurden in zwei Vorgängerstudien untersucht. Die EU27 (mit UK, ohne Kroatien) wurde zuletzt umfassender für

[37] Für die separate Bilanz für Deutschland wurden letztlich die nationalen Werte verwendet und zudem für die EU-Bilanzen die EU-Emissionsfaktoren.

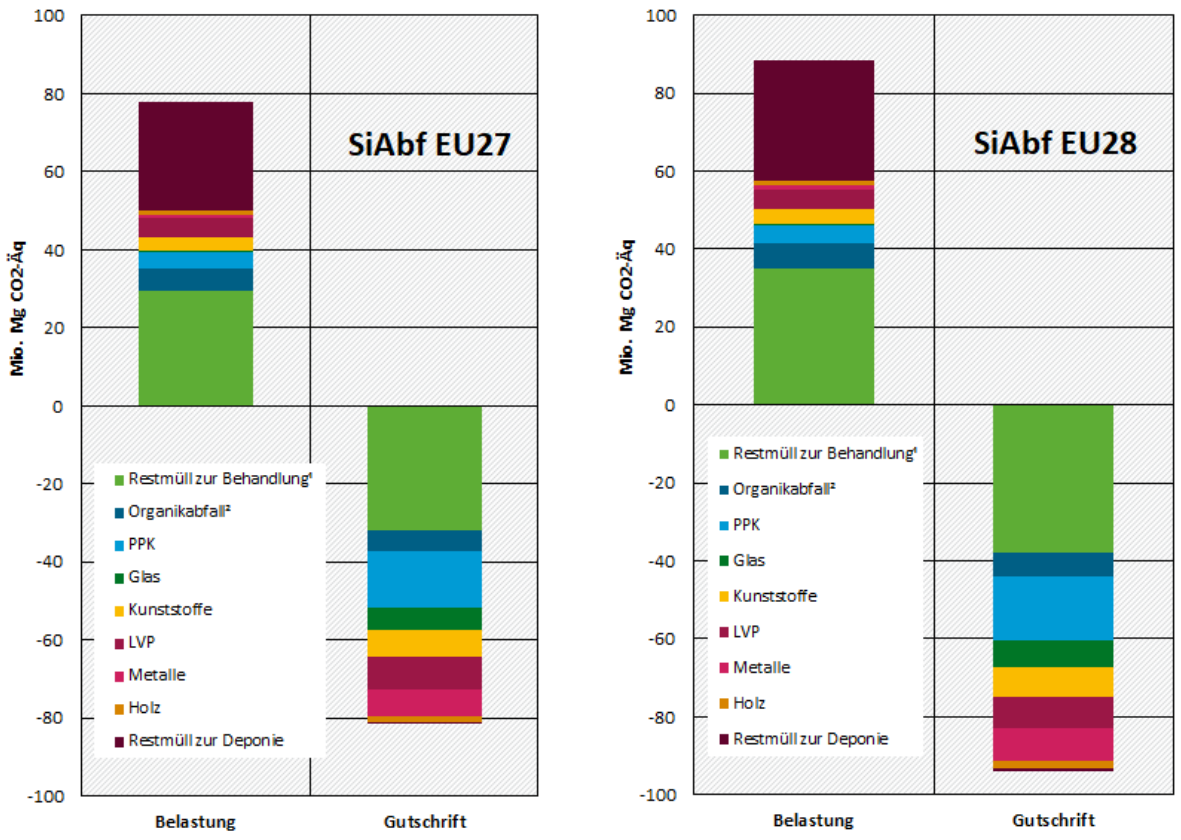
das Bilanzjahr 2007 für Siedlungsabfälle in Dehoust et al. (2010) untersucht. Eine überschlägige Berechnung wurde für die EU28 für das Jahr 2012 erfolgte in Vogt et al. (2015). Der Vergleich in den Zeitreihen ist aus methodischen Gründen nur eingeschränkt möglich. Um die Entwicklung nachzuvollziehen, findet sich ein Vergleich, insbesondere auf der spezifischen Ebene nach Abfallfraktionen, im Anhang B.1.

Kapitel 0 stellt das Ergebnis der THG-Bilanz für den Basisvergleich für die EU27 dar – die aktuelle Situation im Jahr 2017 (SiAbf EU27 2017) im Vergleich zum Leitszenario 2030 (SiAbf EU27 2030 LS). Im folgenden Kapitel 5.5.3 sind die Ergebnisse für das Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate für die EU27 beschrieben. Kapitel 5.5.4 und 5.5.5 präsentieren die Ergebnisse für Cluster 1 und Cluster 2, sowohl für das Leitszenario als auch für das Spezialszenario im Vergleich zum Basisjahr 2017. Die Sensitivitäten mit dem regionalen Strommix sind in Kapitel 5.5.1.1 beschrieben.

5.5.1 Basisjahr 2017

Die absoluten THG-Ergebnisse für Siedlungsabfälle pro Abfallfraktion im Basisjahr 2017 für die vier Bilanzräume EU27, EU28, Cluster 2 und Cluster 1 sind in Abbildung 13 und Abbildung 14 dargestellt. Die Ergebnisse sind nicht direkt vergleichbar, da sie sich auf unterschiedliche Abfallmengen beziehen. Dennoch ist aus den Ergebnissen ersichtlich, dass in allen Bilanzräumen die Hauptbeiträge von den Restmüllmengen stammen, die auch die Hauptfraktion darstellen.

Abbildung 13: Absolute THG-Ergebnisse SiAbf EU27 2017 (links) und Siabf EU28 2017 (rechts)



1) Umfasst die Behandlung durch TAB, MBA und MA

2) Organikabfälle umfassen Lebensmittelreste, Grünabfälle, sonstige Bioabfälle

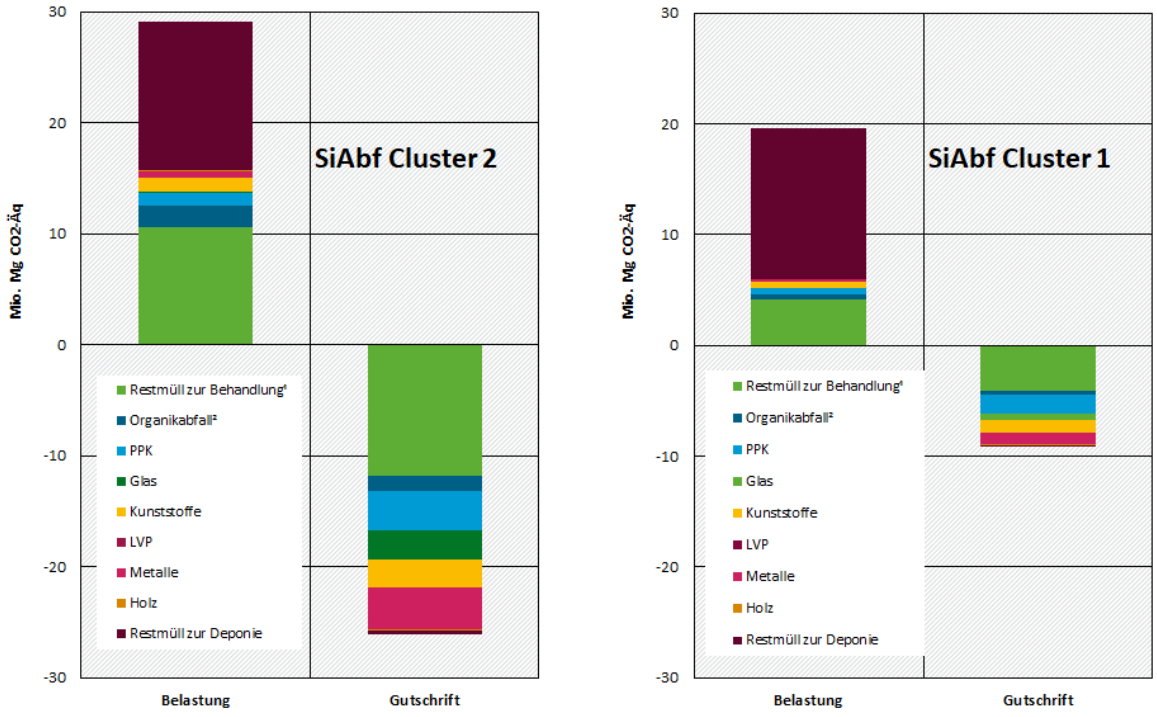
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Für die EU27 und die EU28 liegen die Belastungen aus Restmüll für die Behandlung ungefähr in der gleichen Größenordnung wie die Belastungen aus Restmüll für die Deponierung. Dies erklärt auch die Ergebnisse für Cluster 2. Für Cluster 1 dominieren die Belastungen aus der Restmülldeponierung. Die Deponiegaserfassung ist berücksichtigt (siehe Kapitel 4.2.3), liefert aber keine relevanten Einsparpotenziale in den THG-Ergebnissen. Die relevanten Gutschriften stammen aus dem Recycling und auch aus Restmüll zur Behandlung.

In der EU27 machen Restmüll zur Behandlung und Restmüll zur Deponie zusammen 74 % der Belastungen aus. Der Belastungsanteil der Deponierung allein beträgt 36 %. Die Hauptbeiträge zu den Gutschriften kommen mit einem Anteil von 39 % von Restmüll zur Behandlung. Die Ergebnisse für die EU28 sind ähnlich wie die der EU27, mit fast den gleichen Beiträgen der Abfallfraktionen wie für die EU27 beschrieben.

Die Ergebnisse für Cluster 1 werden dominiert von Restmüll zur Deponie mit einem Anteil von 70 % an den Belastungen. Auch für Cluster 2 spielt die Deponierung von Restmüll im Vergleich zur EU27 eine größere Rolle mit 46 % Beitrag zu den Belastungen. Die Hauptbeiträge zu den Gutschriften stammen aus Restmüll zur Behandlung, während das Recycling von trockenen Wertstoffen ebenfalls eine wichtige Rolle spielt.

Abbildung 14: Absolute THG-Ergebnisse SiAbf 2017 Cluster 2 (links) und SiAbf Cluster 1 (rechts)



1) Umfasst die Behandlung durch TAB, MBA und MA

2) Organikabfälle umfassen Lebensmittelreste, Grünabfälle, sonstige Bioabfälle

Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

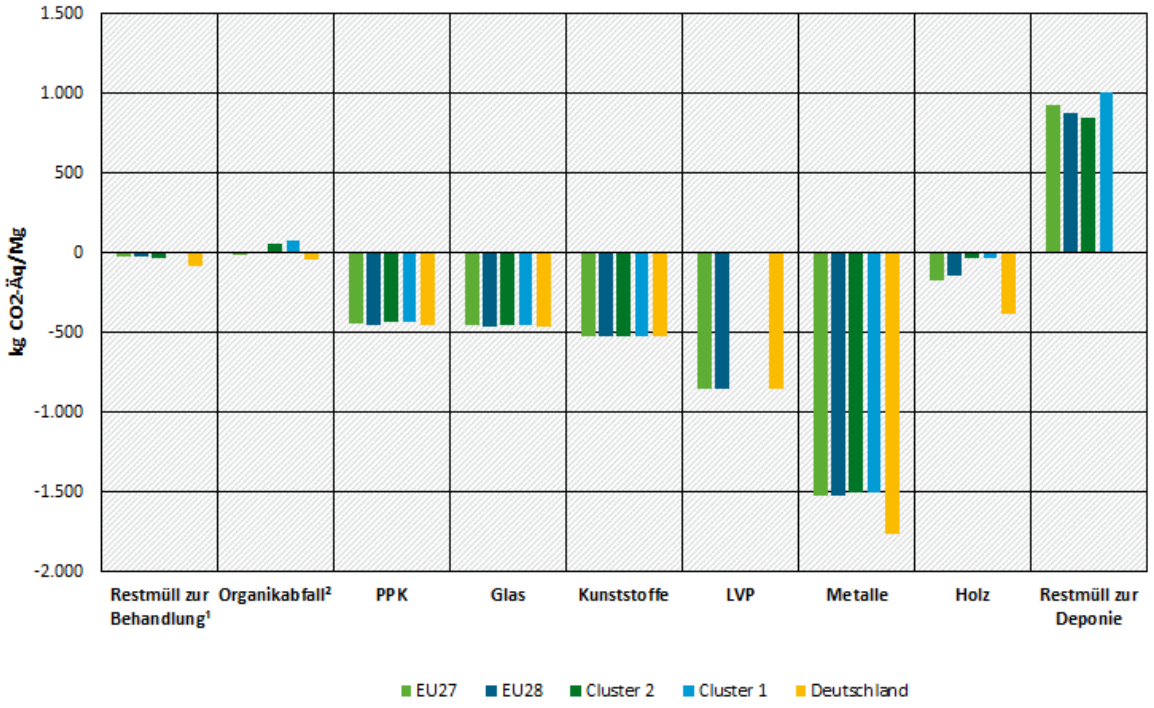
Die absoluten THG-Nettoergebnisse (Belastungen minus Gutschriften) für die vier Bilanzräume sind:

- EU27: -3,5 Mio. Mg CO_2-Äq
- EU28: -5,4 Mio. Mg CO_2-Äq
- Cluster 2: 3,1 Mio. Mg CO_2-Äq
- Cluster 1: 10,5 Mio. Mg CO_2-Äq

Während die EU27 und die EU28 Nettoentlastungspotenziale erzielen, weisen Cluster 1 und Cluster 2 Nettobelastungen auf. Dies ist vor allem auf den vergleichsweise hohen Anteil von Restmüll zur Deponie zurückzuführen. Das absolute THG-Nettoergebnis für Deutschland beträgt -12,2 Mio. Mg CO_2-Äq (siehe Teilbericht Deutschland). Die recht hohe Nettogutschrift resultiert aus dem im Vergleich höheren Anteil an getrennt erfasstem Siedlungsabfall zur Verwertung, in Deutschland waren 2017 nur 42 % Restmüll (für EU-Bilanzräume siehe Kapitel 5.2.5).

Ein Vergleich der Ergebnisse ist mit den spezifischen THG-Ergebnissen möglich. Abbildung 15 zeigt die spezifischen THG-Nettoergebnisse nach Abfallfraktionen für die EU27, die EU28, Cluster 1 und Cluster 2 und zum Vergleich auch für Deutschland.

Abbildung 15: Spezifische THG-Nettoergebnisse SiAbf 2017 EU-Bilanzräume



1) Umfasst die Behandlung durch TAB, MBA und MA
2) Organikabfälle umfassen Lebensmittelreste, Grünabfälle, sonstige Bioabfälle
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Die spezifischen Nettoergebnisse für die verschiedenen Bilanzräume sind für die meisten Abfallfraktionen nicht sehr unterschiedlich, da die Bilanzierung ähnlich ist. **Restmüll zur Deponie** weist bei weitem die höchsten spezifischen Nettobelastungen auf. Die Nettoergebnisse von Restmüll zur Deponie hängen von den Parametern ab, die sich für die vier EU-Bilanzräume unterscheiden (siehe Kapitel 4.2.3). Für Deutschland ist das Ergebnis gleich Null, da die Deponierung seit 2005 verboten ist. Die spezifischen Nettoergebnisse für **Restmüll zur Behandlung** zeigen für alle Bilanzräume mit Ausnahme von Cluster 1 ein geringes Netto-Einsparpotenzial. Die Nettobelastungen bei Cluster 1 sind hauptsächlich auf die notwendige Korrektur für Ungarn zurückzuführen, wo der MBA 5 Output aus dem EEA-Modell manuell korrigiert werden musste. Der Betrag wurde stattdessen der Deponie zugewiesen (siehe Kapitel 4.2.5) mit entsprechend hohen THG-Emissionen. Dieser deponierte Anteil ist in der Bilanzierung für die EU27 und EU28 enthalten, was deren geringere Gutschriften im Vergleich zu Cluster 2 und Deutschland erklärt. Etwas größere Unterschiede gibt es bei **Holz**, wo in Deutschland – basierend auf der deutschen Statistik (Destatis 2019) – Holz hauptsächlich zur Energie-

erzeugung verwendet wird. Im EEA-Modell wird getrennt gesammeltes Holz zu 100 % dem Recycling zugeführt. Mit den aktuellen Emissionsfaktoren für die Strom- und Wärmeerzeugung ist der Nettobeitrag der stofflichen Holzverwertung (siehe Kapitel 4.2.8) niedriger als der Nettobeitrag aus der energetischen Nutzung (siehe auch Teilbericht Deutschland). Das spezifische Nettoergebnis für das Holzrecycling wird durch die Ergebnisse für Cluster 1 und Cluster 2 dargestellt, die gleich sind. Die höheren Nettoergebnisse für die EU27 und die EU28 sind auf den Anteil Deutschlands zurückzuführen.

Die Unterschiede bei der Behandlung der **Organikabfälle** sind hauptsächlich auf den jeweiligen Anteil der Vergärung zurückzuführen. Je höher dieser Anteil ist, desto besser ist das Nettoergebnis. Die Länder in Cluster 1 haben hohe Kompostierungsanteile sowie die höchsten Emissionen bei der Kompostierung (Tabelle 25) und daher auch das höchste Nettobelastungsergebnis (s. Kap. 4.2.7). Papierrecycling in den verschiedenen EU-Bilanzräumen unterscheidet sich geringfügig aufgrund der Sortierreste, die mit unterschiedlichen Energienutzungsgraden verbrannt werden (siehe Kapitel 4.2.4). Das Nettoergebnis für **Metalle** ist für Deutschland höher, da Metallverpackungen mit einer etwas geringeren Nettogutschrift bei LVP enthalten sind. Die Nettoergebnisse für **Kunststoffe** sind für alle Bilanzräume gleich, obwohl auch Kunststoffverpackungen in LVP für Deutschland enthalten sind. **LVP** ist nur für Deutschland bilanziert, das Ergebnis entspricht daher in den spezifischen Ergebnissen dem Gesamtergebnis für die EU27 und EU28. Die spezifischen THG-Nettoergebnisse zeigen Tabelle 61 und Tabelle 62.

Tabelle 61: Spezifische Nettoergebnisse pro Tonne - SiAbf 2017 – in kg CO_2-Äq/Mg

Abfallfraktion	EU27	EU28	Cluster 2	Cluster 1
Restmüll zur Behandlung	-24	-29	-31	2
Organikabfälle	-1	-7	53	79
Papier	-443	-454	-436	-439
Glas	-454	-461	-452	-452
Kunststoffe	-522	-521	-522	-522
LVP	-854	-854	0	0
Metalle	-1.527	-1.522	-1.503	-1.507
Holz	-172	-147	-32	-32
Restmüll zur Deponie	929	876	847	1.002
Insgesamt	**-17**	**-23**	**39**	**300**

Tabelle 62: Spezifische Nettoergebnisse pro Kopf[1] - SiAbf 2017 – in kg CO_2-Äq/E

Abfallfraktion	EU27	EU28	Cluster 2	Cluster 1
Restmüll zur Behandlung	-5,0	-5,9	-7,2	0,2
Organikabfälle	-0,1	0,5	3,2	1,8
Papier	-22,6	-23,1	-15,4	-11,6
Glas	-12,2	-12,1	-14,9	-5,5
Kunststoffe	-7,7	-7,5	-7,7	-5,5

Abfallfraktion	EU27	EU28	Cluster 2	Cluster 1
LVP	-7,7	-6,7	-	-
Metalle	-13,4	-13,6	-20,0	-8,9
Holz	-1,3	-1,2	-0,1	0,03
Restmüll zur Deponie	61,9	59,0	81,3	132,1
Insgesamt	**-7,9**	**-10,5**	**19,1**	**102,6**

1) Mit Bevölkerungszahl von 445.529.136 für EU27; 511.373.278 für EU28; 160.252.140 für Cluster 2 und 102.303.237 für Cluster 1 (siehe Tabelle 27).

5.5.1.1 Sensitivität, regionaler Stromemissionsfaktor 2017 für Cluster 1 und Cluster 2

In dieser Studie werden die Energieemissionsfaktoren für die EU27 einheitlich für alle EU-Bilanzzonen verwendet (Kapitel 5.4.4). Dies ist unerlässlich, um die Unterschiede sowie die Vor- und Nachteile der abfallwirtschaftlichen Maßnahmen erkennen zu können. Für die EU-Bilanzen für Siedlungsabfälle sind jedoch Sensitivitäten für das Basisjahr 2017 mit den regionalen Stromemissionsfaktoren für Cluster 1 und Cluster 2 berechnet (Tabelle 9). Ein höherer Emissionsfaktor wie für Cluster 1 führt zu höheren Einsparpotenzialen bei der Stromerzeugung aus Abfall, aber auch zu höheren Belastungen beim Strombedarf. Bei einem niedrigeren Faktor wie für Cluster 2 verhält es sich umgekehrt. Tabelle 63 und Tabelle 64 zeigen die absoluten Nettoergebnisse der Sensitivitäten für Cluster 1 und Cluster 2.

Tabelle 63: Sensitivität regionaler Stromemissionsfaktor Cluster 1 - absolute Ergebnisse in Millionen Tonnen CO_2-Äq

Abfallfraktion	2017 Sensitivität	2017
Restmüll zur Behandlung	-0,18	0,02
Organikabfälle	0,17	0,19
Papier	-1,02	-1,19
Glas	-0,57	-0,56
Kunststoffe	-0,33	-0,56
Metalle	-0,92	-0,91
Holz	0,00	0,00
Restmüll zur Deponie	13,42	13,52
Insgesamt	**10,57**	**10,50**

Für Cluster 1 führt der höhere Stromemissionsfaktor insgesamt zu einer um 1 % höheren absoluten Nettobelastung. Pro Abfallfraktion hängt es davon ab, ob die direkten Emissionen aus dem Energiebedarf oder die Gutschriften aus der Abfallverbrennung relevanter sind. Letzteres führt insbesondere bei Restmüll zur Behandlung und bei Restmüll zur Deponie (Strom aus Deponiegas) zu besseren Ergebnissen. Im Falle von Restmüll zur Behandlung führt die höhere Gutschrift für Strom aus Verbrennung zu einer Verschiebung von einer Nettobelastung zu einer Nettoentlastung. Allerdings ist die Nettobelastung bei Cluster 1 nur auf die Korrektur für Ungarn zurückzuführen (siehe Kapitel 4.2.5). Die höheren Gutschriften werden durch die höheren

Belastungen für den Strombedarf ausgeglichen, was insbesondere für das Kunststoff- und auch für das Papierrecycling relevant ist. Der Einfluss der höheren Gutschriften für die Stromerzeugung ist für Cluster 1 gering, da der größte Teil des Restmülls nach wie vor deponiert wird (55 % einschließlich der Korrektur für Ungarn).

Tabelle 64: Sensitivität regionaler Stromemissionsfaktor Cluster 2 - absolute Ergebnisse in Millionen Tonnen CO_2-Äq

Abfallfraktion	2017 Sensitivität	2017
Restmüll zur Behandlung	0,18	-1,15
Organikabfälle	0,53	0,51
Papier	-2,66	-2,47
Glas	-2,37	-2,39
Kunststoffe	-1,54	-1,24
Metalle	-3,20	-3,21
Holz	-0,01	-0,01
Restmüll zur Deponie	13,15	13,03
Insgesamt	**4,07**	**3,06**

Für Cluster 2 führt der niedrigere Stromemissionsfaktor insgesamt zu einer um 33 % höheren absoluten Nettobelastung. Auch hier hängen die Ergebnisse pro Abfallfraktion davon ab, ob die direkten Emissionen aus dem Strombedarf oder die Gutschriften aus der Stromerzeugung aus Abfall relevanter sind. Für Cluster 2 ist im Gegensatz zu Cluster 1 der Anteil des Restmülls zur thermischen Behandlung viel höher und daher ist die geringere Gutschrift für die Stromerzeugung relevanter. Dies ist der Grund für die Verschiebung von einer Nettoentlastung hin zu einer Nettobelastung für Restmüll zur Behandlung und dominiert die höhere Gesamt-Nettobelastung in der Sensitivität. Die Auswirkungen auf den Strombedarf sind ebenfalls zu beobachten. Der niedrigere Stromemissionsfaktor in der Sensitivität führt zu geringeren Belastungen für das Recycling insbesondere von Kunststoffen und auch von Papier und damit zu höheren Nettoentlastungspotenzialen für diese Abfallfraktionen.

5.5.2 Basisvergleich EU27

Im Basisvergleich werden die THG-Ergebnisse für die Ist-Situation der EU27 im Jahr 2017 mit denen des in Kapitel 5.4.1 beschriebenen Leitszenarios (ARRL) verglichen. Die folgenden Begriffe werden in den Abbildungen verwendet:

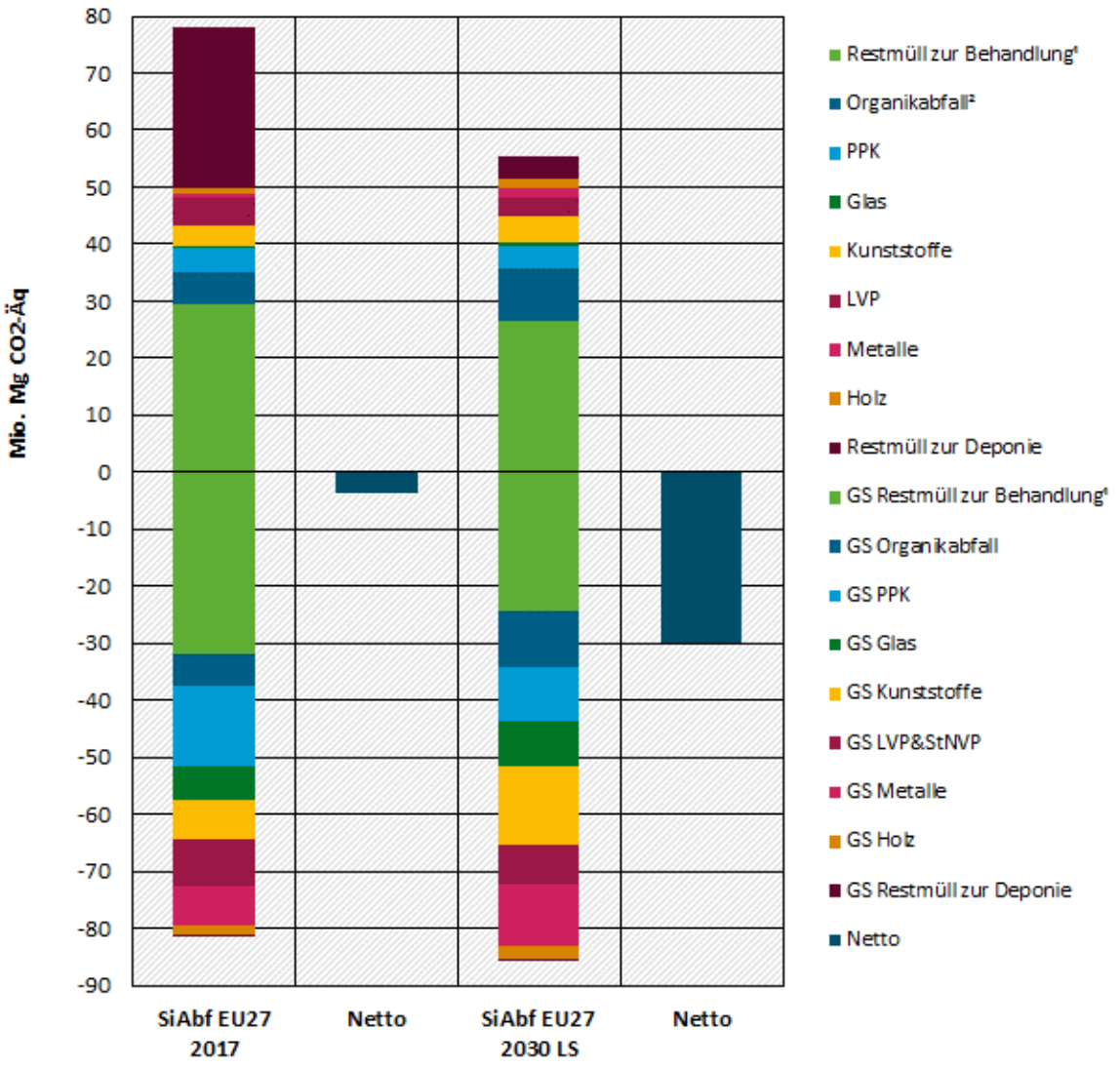
- Basis 2017, EU27: "SiAbf EU27 2017"
- Leitszenario 2030, EU27: "SiAbf EU27 2030 LS"

Abbildung 16 zeigt einen Vergleich der absoluten Ergebnisse, der Belastungen und der Gutschriften, nach Abfallfraktionen sowie der gesamten Nettoergebnisse für beide Jahre. Für das **Basisjahr 2017** ergibt sich ein **absolutes Nettoentlastungspotenzial von rund -3,5 Mio. Tonnen CO_2-Äq**. Die zugrundeliegenden Belastungen belaufen sich auf etwa 78 Mio. Tonnen CO_2-Äq und die Gutschriften auf etwa -81,6 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Die absoluten Belastungen werden hauptsächlich durch Restmüll zur Behandlung und Restmüll zur Deponierung

verursacht, die zusammen 74 % der Belastungen ausmachen. Die Entlastungspotenziale ergeben sich aus Restmüll zur Behandlung, die etwas höher sind als die jeweiligen Belastungen, und ansonsten vor allem aus dem Recycling von getrennt erfassten trockenen Wertstoffen. Die Abfallfraktionen Restmüll zur Behandlung und Papier machen 56 % der absoluten Gutschriften aus und repräsentieren 55 % der im Jahr 2017 erzeugten Abfälle in Bezug auf die Masse.

Die Belastungen im **Leitszenario** wiederum sind mit rund 55 Mio. Tonnen CO_2-Äq geringer, während die Gutschriften mit -85 Mio. Tonnen CO_2-Äq auf einem ähnlichen Niveau wie im Basisjahr bleiben. Daraus ergibt sich ein **absolutes Nettoentlastungspotenzial von etwa -30 Mio. Tonnen CO_2-Äq**. Der markanteste Unterschied im Anteil der Gesamtbelastungen ist die THG-Minderung bei der Deponierung von 36 % auf 7 %. Auf Restmüll zur Behandlung und Organikabfälle entfallen wiederum etwa 64 % der Belastungen. 69 % der Gutschriften stammen aus Restmüll zur Behandlung und dem Recycling von Papier, Kunststoffen und Metallen (in Bezug auf Masse zusammen 60 %).

Abbildung 16: Basisvergleich SiAbf EU27 - Basis 2017 und Leitszenario 2030



GS: Gutschrift oder Entlastungspotenzial.
1) Umfasst die Behandlung durch TAB, MBA und MA
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Die Unterschiede im Ergebnis – das deutlich höhere Nettoentlastungspotenzial – sind vor allem auf den deutlichen Rückgang der Deponierung im Leitszenario (ARRL) zurückzuführen. Darüber hinaus sind die gestiegene Menge an getrennt gesammelten trockenen Wertstoffen und technische Optimierungen (insbesondere für Restmüll zur Behandlung, siehe Kapitel 5.4.1) für die höhere Nettoentlastung im Leitszenario 2030 verantwortlich. Den Gutschriften steht jedoch teilweise die Defossilisierung des Energiesystems gegenüber, d. h. die Emissionen aus der Energieerzeugung sinken und damit die Substitutionspotenziale für Energie und Primärprodukte. Letzteres wird in den absoluten Ergebnissen für das Papierrecycling sichtbar aufgrund der angepassten stromintensiven Primärproduktion (siehe Kapitel 5.2.4).

Im Leitszenario nach ARRL werden immer noch etwa 4,3 Mio. Tonnen Restmüll deponiert (Cluster 1). Wenn die Abkehr von der Deponierung bis 2030 in der EU27 vollständig umgesetzt werden könnte, würden weitere rund 4 Mio. Tonnen CO_2-Äq vermieden werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Gesamt-THG-Nettoergebnisse für Siedlungsabfälle nach Abfallfraktionen in absoluten Werten sowie in spezifischen Ergebnissen pro Tonne und pro Kopf für das Basisjahr 2017 und das Leitszenario 2030.

Tabelle 65 Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktionen - Basisvergleich SiAbf EU27: Basisjahr 2017 und Leitszenario 2030

Abfallfraktion	Absolut		Spez. pro Kopf[1]		Spez. pro Tonne	
SiAbf	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**
	Mio. Mg CO_2-Äq		kg CO_2-Äq/E		kg CO_2-Äq/Mg	
Restmüll zur Behandlung	-2,21	2,30	-5,0	5,2	-24	35
Organikabfälle	-0,03	-0,80	-0,1	-1,8	-1	-13
Papier	-10,05	-5,39	-22,6	-12,1	-443	-169
Glas	-5,43	-7,43	-12,2	-16,7	-454	-450
Kunststoffe	-3,43	-9,03	-7,7	-20,3	-522	-695
LVP	-3,44	-3,60	-7,7	-8,1	-854	-893
Metalle	-5,95	-9,32	-13,4	-20,9	-1527	-1413
Holz	-0,59	-0,67	-1,3	-1,5	-172	-132
Restmüll zur Deponie	27,59	3,96	61,9	8,9	929	928
Summe/Durchschnitt	**-3,53**	**-29,99**	**-7,9**	**-67,3**	**-17**	**-143**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 445.529.136 in 2017 (Tabelle 27).

Ausgehend von den spezifischen Nettoergebnissen nach Abfallfraktion pro Tonne Abfall lassen sich die Unterschiede in den Ergebnissen wie folgt erklären:

Auf der spezifischen Ebene pro Tonne weisen die **Metalle** ein hohes Nettoentlastungspotenzial auf. Die Produktion von Roheisen und Aluminium ist mit relativ hohen THG-Emissionen verbunden. Im Leitszenario 2030 sinken die spezifischen Nettoeinsparungen, da für die stromintensive Primärproduktion von Aluminium geringere THG-Emissionen abgeschätzt wurden (siehe auch Teilbericht Deutschland).

Außerdem weisen die Behandlung von **Kunststoffabfällen und LVP** relativ hohe spezifische Nettoentlastungspotenziale auf. Im Leitszenario 2030 steigen die Nettoeinsparungen für Kunststoffe deutlicher als für LVP. Hintergrund sind geringere THG-Belastungen für den Strombedarf (höher für reine Kunststoffe als gemischt mit anderen Verpackungsabfällen in LVP). Die Gutschrift für Kunststoffabfälle ändert sich kaum. Steigerungen der Entlastungspotenziale könnten vor allem durch bessere Qualitäten und die daraus resultierende stärkere Substitution von Neukunststoffen anstelle von Anwendungen als Holz- und Betonersatzstoff erreicht werden (siehe auch Teilbericht Deutschland).

Die Nettoentlastungspotenziale pro Tonne für **Papier und Glas** sind im Basisjahr 2017 in etwa gleich hoch. Im Leitszenario 2030 nimmt das spezifische Nettoentlastungspotenzial für Papier ab. Hauptgrund sind die geringeren THG-Emissionen, die für die stromintensive Primärproduktion von Holz und Zellstoff abgeschätzt wurden. Auch die geringeren Entlastungspotenziale aus der energetischen Verwertung von RückständenIn spielen eine Rolle. Diese gingen 2017 anteilig zu Kohlekraftwerken zur Mitverbrennung. Demgegenüber ist die Umlenkung zur Behandlung in TAB im Jahr 2030 mit geringeren Entlastungspotenzialen verbunden. Diese werden zum Teil durch die für TAB für 2030 angenommenen höheren Wirkungsgrade kompensiert. Das spezifische Nettoergebnis für Glasabfälle ist nahezu unverändert, da der Strombedarf und die energetische Verwertung von Sortierresten nur eine geringe Rolle spielen.

Auch **Holz** weist für 2017 ein Nettoentlastungspotenzial auf. Das Spanplattenrecycling von Holz ist mit einer vergleichsweise geringen spezifischen Nettogutschrift verbunden (Kapitel 4.2.8). Bei Holzabfällen ist die leicht reduzierte spezifische Nettoentlastung für 2030 u. a. auf die geringeren Strom- und Wärmegutschriften (Defossilisierung) für die Energieerzeugung zurückzuführen, die nur teilweise durch die für 2030 angenommenen höheren Nettowirkungsgrade für BMKW kompensiert werden. Die geringe Menge, für die Pyrolyse angenommen ist, hat kaum einen Einfluss. Das spezifische Nettoergebnis liegt in der gleichen Größenordnung wie bei der stofflichen Holzverwertung.

Bei **Organikabfällen** liegt das spezifische Nettoentlastungspotenzial im Basisjahr 2017 nahe Null, was in erster Linie durch eine anteilige Vergärung und Biogasnutzung erreicht wird. Bei der Kompostierung sind die THG-Belastungen höher als die Gutschriften. Im Leitszenario 2030 ist das spezifische Nettoentlastungspotenzial etwas höher. Dies ist auf die angenommene Steigerung der Vergärung von Lebensmittelresten zurückzuführen, die die geringeren Strom- und Wärmegutschriften aus der Energieerzeugung durch Biogas oder Biomethan (Defossilisierung) überkompensiert. Die spezifischen Ergebnisse für die Kompostierung sind im Leitszenario 2030 weitgehend unverändert. Die für Lebensmittelreste zusätzlich berücksichtigte Behandlung mit Soldatenfliegenlarven hat aufgrund der geringen dafür angenommenen Abfallmenge kaum einen Einfluss auf das Ergebnis. Auf spezifischer Ebene ist das Nettoergebnis ähnlich dem der Kompostierung. Allerdings ist die Datenunsicherheit groß und abweichend zu Deutschland wurde angenommen, dass aufgrund der südlicheren Lage von Ländern im EU-Raum 75 % des Wärmebedarfs aus der Umgebungstemperatur gedeckt werden können (siehe Kapitel 5.2.6.2). Dennoch könnte diese Option eine Alternative zur Deponierung sein.

Der **Restmüll zur Behandlung** ist mit einem geringen spezifischen Nettoentlastungspotenzial im Basisjahr 2017 verbunden. Dieses ist höher, wenn die erzeugten EBS anteilig auch in Zement- und Kohlekraftwerken mitverbrannt werden, wo sie fossile Brennstoffe ersetzen. Es bestehen jedoch große Datenunsicherheiten bezüglich des Anteils der EBS zur Mitverbrennung sowie in Bezug auf die Zusammensetzung des Ausgangsmaterials und Eigenschaften und Qualität der EBS (Kapitel 4.2.5). Darüber hinaus vermindert die Korrektur, die für Ungarn vorgenommen werden musste (vgl. Kapitel 4.2.5), das spezifischen Nettoergebnis für Restmüll zur Behandlung. Im

Leitszenario 2030 verschiebt sich das spezifische Nettoergebnis für Restmüll zur Behandlung zu einer Nettobelastung. Hintergrund sind zum einen die reduzierten Entlastungspotenziale bei der Strom- und Wärmeerzeugung aus Abfällen (Defossilisierung, siehe Emissionsfaktoren für Strom und Wärme in Tabelle 9). Zum anderen ist der Anstieg des fossilen Kohlenstoffanteils im Restmüll von Bedeutung (Tabelle 156)[38]. Ein weiterer Grund für geringere Gutschriften ist die Umlenkung von EBS von der Mitverbrennung in Kohlekraftwerken zur Verbrennung in TAB. Im Durchschnitt betrifft dies 11 % der EBS. Dies wird durch die für TAB im Jahr 2030 angenommenen höheren Nutzungsgrade teils kompensiert (Tabelle 50).

Die spezifischen Nettoergebnisse für **Restmüll zur Deponie** zeigen eine sehr hohe Nettobelastung sowohl im Jahr 2017 als auch im Jahr 2030. Freigesetzte Methanemissionen aus dem biologischen Abbau verursachen erhebliche Klimaauswirkungen. Der Anteil der möglichen Deponiegasfassung pro Tonne entsorgter Abfälle ist technisch begrenzt. Darüber hinaus ist das erreichbare Substitutionspotenzial (Gutschrift) aus der Deponiegasnutzung im Vergleich zu den Auswirkungen der Methanemissionen sehr gering.

5.5.3 Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate für die EU27

Das Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate für die EU27 ermöglicht eine Betrachtung auf einem reduzierten Ambitionsniveau der getrennten Sammlung, wobei es jedoch sehr große Datenunsicherheiten bezüglich der Eigenkompostierung gibt. Der Zweck und die Annahmen des Szenarios mit Eigenkompostierung in der RC-Rate sind in Kapitel 5.4 und 5.4.2 beschrieben. Vor dem Hintergrund der Zielsetzung und der hohen Datenunsicherheiten ist die Eigenkompostierung in der THG-Bilanz mit Null bewertet. Für die Abbildungen werden in diesem Szenario die folgenden (weitere[39]) Bezeichnungen verwendet:

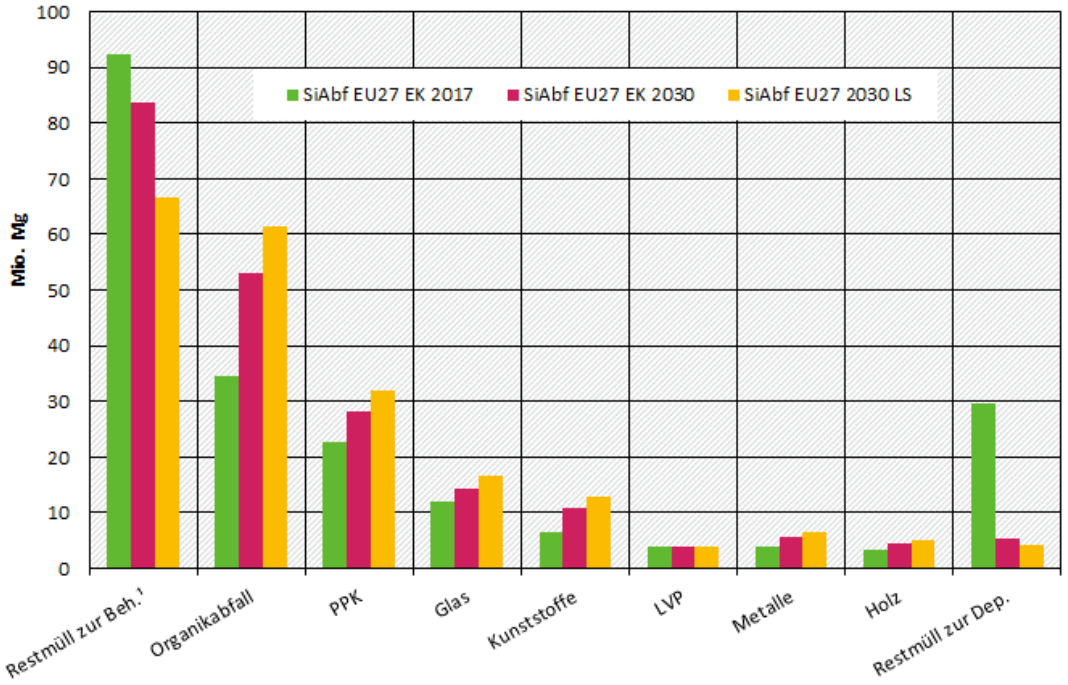
- Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate 2017: "SiAbf EU27 2017 EK"
- Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate 2030: "SiAbf EU27 2030 EK"

Abbildung 17 zeigt die Unterschiede der Abfallmengen zur Erstbehandlung im Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate im Vergleich zum Basisvergleich. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die Eigenkompostierungsmenge nicht dargestellt. Ohne diese entspricht die Menge im Basisjahr 2017 der in der Abbildung für das Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate für 2017 und ist nicht separat aufgeführt. Die Abbildung veranschaulicht das reduzierte Ambitionsniveau einer Steigerung der getrennten Erfassung durch die definierte Eigenkompostierungsmenge und deren Einbeziehung in die RC-Rate.

[38] Anders in der separat berechneten Bilanz für Deutschland, wo der fossile Kohlenstoffgehalt in den Restabfällen für die Behandlung im Leitszenario geringer ist, was ein Grund dafür ist, dass das spezifische Nettoergebnis immer noch ein Netto-Einsparpotenzial ist (mit EU27-Emissionsfaktoren, vgl. Teilbericht Deutschland).

[39] Zum Vergleich ist das Leitszenario 2030 "SiAbf EU27 2030 LS" dargestellt.

Abbildung 17: Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate SiAbf EU27 - Vergleich Siedlungsabfälle zur Erstbehandlung mit dem Leitszenario 2030 (LS)



Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist die Menge von 40,2 Mio. Mg für die Eigenkompostierung nicht ausgewiesen.
1) Umfasst die Behandlung durch TAB, MBA, MA. Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Das Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate ergibt für das Bilanzjahr 2017 ein absolutes Nettoentlastungspotenzial von rund -3,5 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Ein Vergleich auf absoluter Ebene mit dem Basisvergleich ist aufgrund der unterschiedlichen Gesamtabfallmengen (209,4 Mio. Tonnen im Basisvergleich und 249,6 Mio. Tonnen im Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate) methodisch grundsätzlich nicht zulässig. Da aber die Eigenkompostierung selbst in der THG-Bilanz mit Null bewertet ist, ergibt sich kein Unterschied im absoluten Ergebnis für 2017 gegenüber dem Ergebnis des Basisszenarios 2017.

Für das Jahr 2030 ergibt sich für das Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate ein absolutes Nettoentlastungspotenzial von -25,2 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Auch hier gilt, dass ein Vergleich mit dem Basisvergleich (Leitszenario 2030) auf der absoluten Ebene methodisch grundsätzlich nicht zulässig ist. Wäre es richtig, dass die Eigenkompostierung praktisch neutral ist und somit keinen Einfluss auf die THG-Emissionen hat, könnte man feststellen, dass das Szenario mit einem geringeren Ambitionsniveau für eine gesteigerte getrennte Erfassung im Vergleich zum Leitszenario 2030 **zu einer Reduktion des Entlastungspotenzials um etwa 5 Mio. Tonnen CO_2-Äq. führen würde.**

Abbildung 18 zeigt das Ergebnis für das Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate als absolute Nettoergebnisse nach Abfallfraktion. Im Gegensatz zu den Ergebnissen in Abbildung 16 werden hier die Ergebnisse als Nettowerte pro Abfallfraktion dargestellt (Differenz der Belastungen und Gutschriften pro Abfallfraktion). Dies hilft, direkte Vergleiche zu vermeiden (die nicht durchgeführt werden sollten), und die Nettobeiträge pro Abfallfraktion sind besser zu erkennen.

In der Abbildung 18 sind die Ergebnisse für 2017 die gleichen wie für das Basisszenario 2017 (da die Eigenkompostierung mit Null bewertet ist). Für 2030 zeigt der qualitative Vergleich mit dem Leitszenario 2030, dass insbesondere das Recycling von trockenen Wertstoffen aufgrund

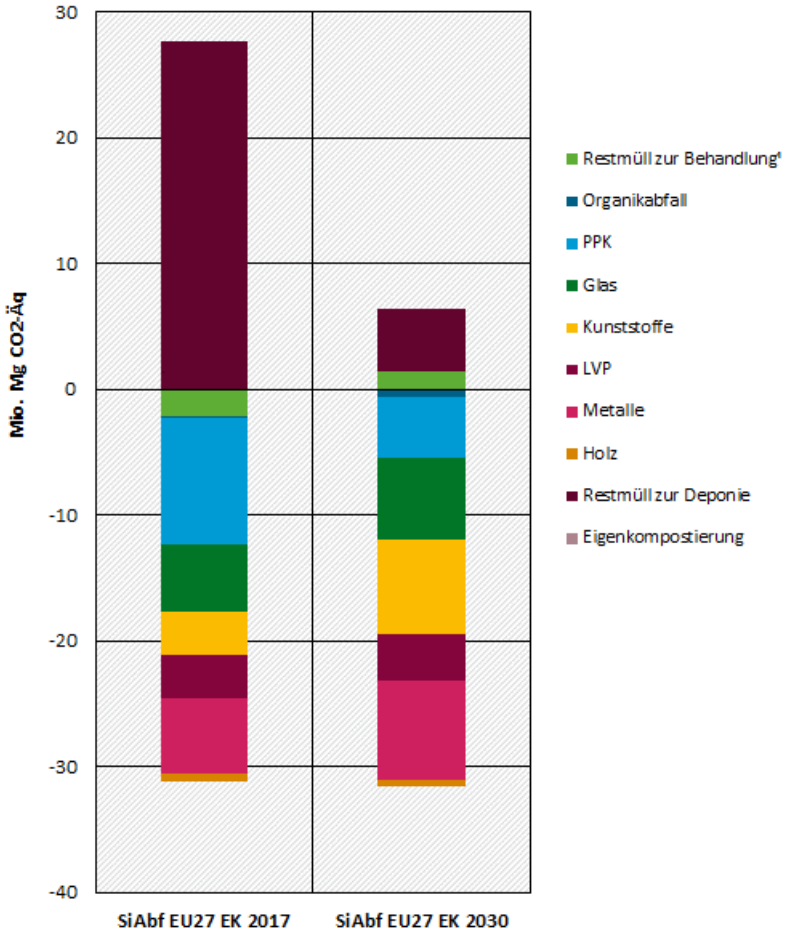
der geringeren getrennt gesammelten Mengen geringere absolute Nettoentlastungspotenziale erzielt. Die Ergebnisse für Restmüll weichen aufgrund unterschiedlicher Behandlungsmengen und unterschiedlicher Abfallzusammensetzungen und damit Eigenschaften (Heizwert, fossiler und biogener Kohlenstoffgehalt) leicht ab.

Die Tatsache, dass das absolute Nettoentlastungspotenzial nicht deutlich niedriger ist als im Leitszenario 2030, ist darauf zurückzuführen, dass die verringerte Menge Siedlungsabfälle zur Deponie fast die gleiche ist wie im Leitszenario (Verringerung um 82 % im Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate (Tabelle 54), verglichen mit einer Reduzierung um 86 % im Leitszenario 2030 (Tabelle 49)). Ein weiterer Aspekt ist, dass etwa die Hälfte der gesteigerten getrennten Erfassung auf Organikabfälle zurückgeht. Für das Jahr 2017 liegt das Nettoentlastungspotenzial für Organikabfälle nahe bei Null (Tabelle 65). Daher macht der geringere Anstieg für diese Fraktion keinen relevanten Unterschied im Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate. Die bedeutenderen Nettoeinsparpotenziale ergeben sich aus dem Recycling von trockenen Wertstoffen.

Auf spezifischer Ebene pro Tonne Abfall können die Ergebnisse quantitativ verglichen werden. Unterschiede zum Basisvergleich im spezifischen Ergebnis nach Abfallarten bestehen nur für 2030 und insbesondere für die Abfallfraktionen Restmüll zur Deponie und Restmüll zur Behandlung. Die Nettobelastungen aus der Deponierung von Restmüll liegen in der gleichen Größenordnung. Die Unterschiede ergeben sich aus leicht unterschiedlichen Zusammensetzungen und damit biogenen Kohlenstoffgehalten. Für den Restmüll zur Behandlung ist die Verschiebung von einer spezifischen Nettoentlastung im Jahr 2017 zu einer spezifischen Nettobelastung im Jahr 2030 ebenfalls wie im Basisvergleich gegeben. Allerdings ist die spezifische Nettobelastung im Jahr 2030 im Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate geringer. Dies ist vor allem auf unterschiedliche Kenndaten für Heizwert und fossilen C-Gehalt bei der thermischen Behandlung zurückzuführen (unterschiedliche Zusammensetzung des Restmülls im Jahr 2030). Darüber hinaus ist das Ergebnis für die einfache Sortierung von "Mischmüll" (MA) auf spezifischer Basis etwas besser aufgrund der notwendigen Korrektur der zu deponierenden Menge für Ungarn (siehe Kapitel 4.2.5), die in beiden Szenarien für 2030 unverändert bleibt[40], während die Gesamtmenge an mechanisch behandelndem „Mischmüll“ im Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate höher ist. Für alle anderen Fraktionen bleibt das spezifische Nettoergebnis unverändert oder ändert sich nur geringfügig im Vergleich zum Leitszenario 2030.

[40] Die korrigierte Menge, die 2017 deponiert wurde, wird ebenfalls reduziert, wie die Deponierung im Allgemeinen für 2030, ist aber sowohl im Leitszenario als auch im Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate gleich.

Abbildung 18: Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate SiAbf EU27 - absolute Nettoergebnisse nach Abfallfraktionen (Belastung minus Gutschrift pro Abfallfraktion)



1) Umfasst die Behandlung durch TAB, MBA und MA
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Der deutlichste Unterschied auf der spezifischen Ebene ergibt sich in Bezug auf die Gesamtabfallmengen. Das gesamte spezifische Nettoentlastungspotenzial ist deutlich geringer, da sich die Ergebnisse auf rund 250 Millionen Tonnen beziehen (einschließlich der 40,2 Millionen Tonnen Eigenkompostierung).

- SiAbf EU27 EK 2017: -14 kg CO_2-Äq/Mg SiAbf (16 % niedriger als im Basisjahr 2017)
- SiAbf EU27 EK 2030: -101 kg CO_2-Äq/Mg SiAbf (30 % niedriger als im Leitszenario 2030)

Die Werte gelten für die Bewertung der Eigenkompostierung mit Null, die hier angenommen ist, um den Einfluss auf die THG-Bilanz so gering wie möglich zu halten. In der Regel sind jedoch Nettobelastungen durch die Eigenkompostierung zu erwarten (vgl. Teilbericht Deutschland, Anhang A4).

In der Gesamtbetrachtung des Szenarios mit Eigenkompostierung in der RC-Rate ist zu beachten, dass Nettoentlastungspotenziale vor allem durch die geringere Steigerung der getrennten Erfassung von trockenen Wertstoffen verloren gehen. Bei den organischen Wertstoffen hätte ein geringeres Ambitionsniveau aus Sicht des Klimaschutzes weniger Einfluss auf das Ergebnis der THG-Bilanz. Dies gilt umso mehr, wenn die ambitionierte Steigerung der

Getrenntsammlung von organischen Wertstoffen im Leitszenario 2030 um 26,7 Mio. Tonnen mit einer deutlichen Erhöhung des Störstoffgehalts verbunden wäre. Mit der in dieser Studie abgeleiteten durchschnittlichen Zusammensetzung der Störstoffe (Kapitel 4.2.7.1) würde eine Erhöhung des Störstoffanteils von 5 % auf 15 % im Basisvergleich mit einem Verlust des absoluten Nettoentlastungspotenzials von rund 2 Mio. Mg CO_2-Äq. einhergehen. Dies ist auf fossile CO_2 Emissionen aus der Verbrennung der Störstoffe zurückzuführen, die das Entlastungspotenzial aus der Energieerzeugung überwiegen.

Einerseits ist jedoch zu beachten, dass es sich bei den Beobachtungen in dieser Studie um Szenario-Beobachtungen handelt. Sie beruhen notwendigerweise auf Durchschnittswerten und Annahmen. Der Menge der Eigenkompostierung selbst ist eine Festlegung; zuverlässige Daten fehlen noch. Andererseits ist die verstärkte Getrenntsammlung und Behandlung von Organikabfällen ein wichtiger Bestandteil einer Kreislaufwirtschaft im Sinne des Ressourcenschutzes. Auch die Möglichkeiten zur Optimierung der biologischen Behandlung durch emissionsarme und effiziente Vergärungsanlagen sollten genauer untersucht werden. Derzeit verwenden viele EU-Mitgliedstaaten die Standardwerte der IPCC-Leitlinien (IPCC 2006) (vgl. Kap. 4.2.7.1). Hier werden nationale Messprogramme empfohlen. Dies gilt auch für Deutschland, wo die Messwerte mehrere Jahre zurückliegen (Cuhls et al. 2015), sich auf Anlagen zur Vergärung von Bioabfall aus Haushalten beziehen[41] und 9 Anlagen untersucht wurden, während im Jahr 2016 bereits rund 80 Vergärungsanlagen in Deutschland existierten. Zudem hat sich die Technologie der Anlagenkonzepte inzwischen weiterentwickelt (siehe Teilbericht Deutschland).

5.5.4 Szenarienvergleich Cluster 1

In diesem Kapitel werden die THG-Ergebnisse der Ist-Situation für Cluster 1 im Jahr 2017 im Vergleich zu denen des Leitszenarios 2030 und des Spezialszenarios 2030 (Szenariobeschreibungen in Kapitel 5.4) dargestellt. Die folgenden Begriffe werden in den Abbildungen verwendet:

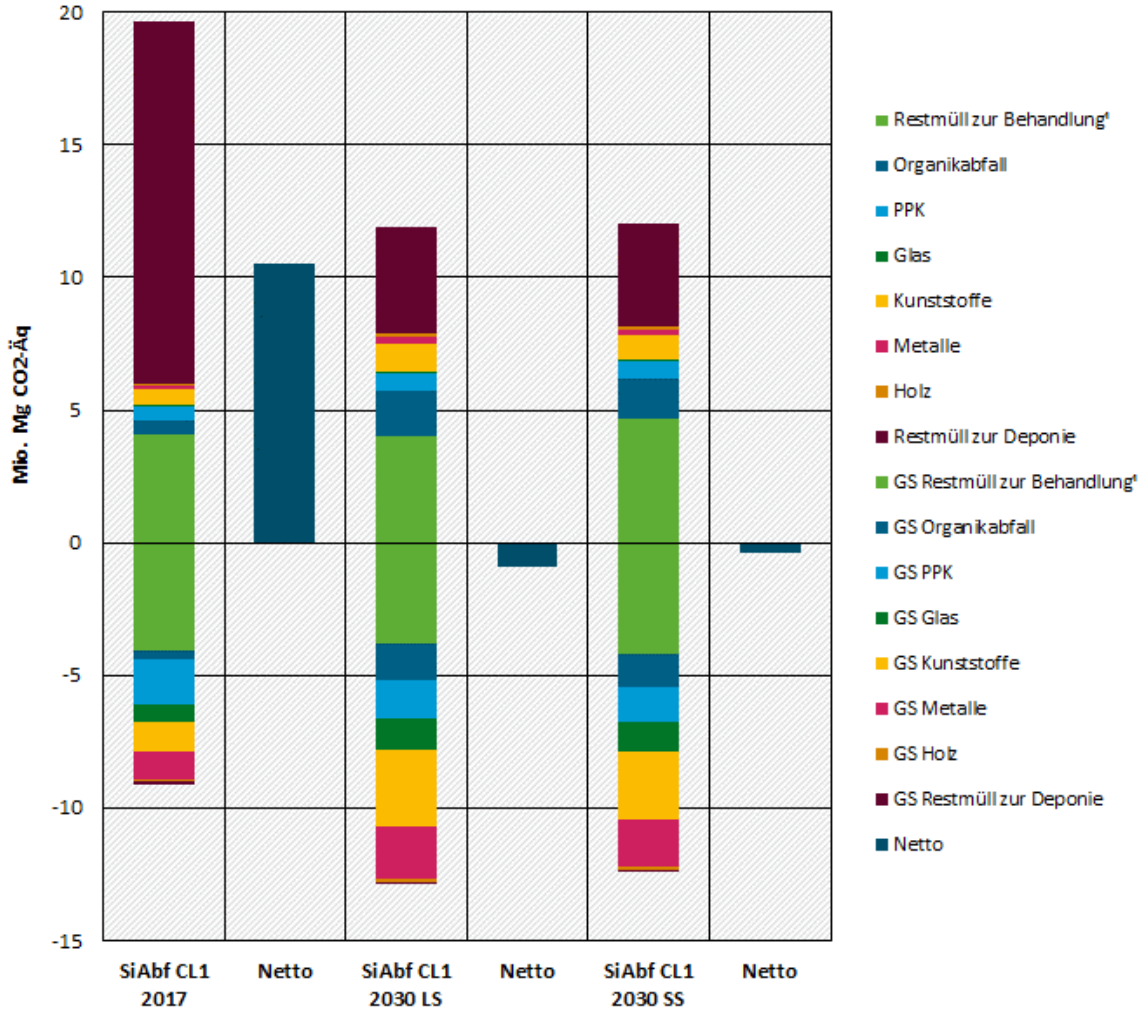
- Basis 2017, Cluster 1: "SiAbf CL1 2017"
- Leitszenario 2030, Cluster 1: "SiAbf CL1 2030 LS"
- Spezialszenario 2030, Cluster 1: "SiAbf CL1 2030 SS"

Abbildung 19 zeigt einen Vergleich der absoluten Ergebnisse für die Belastungen und Gutschriften der Abfallfraktionen sowie die gesamten Nettoergebnisse für jedes Szenario. **Die absolute Nettobelastung für das Basisjahr 2017 beträgt 10,5 Mio. Tonnen CO_2-Äq**. Die zugrunde liegenden Belastungen belaufen sich auf 19,6 Mio. Tonnen CO_2-Äq und die Gutschriften auf -9,1 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Bei den Belastungen dominiert eindeutig die Deponierung von Restmüll mit einem Anteil von 70 % (bei einem Mengenanteil von 39 % am Gesamtmüll). Auf der anderen Seite beinhalten 88 % der Gutschriften die Gutschriften für Restmüll zur Behandlung und das Recycling von Papier, Kunststoffen und Metallen, die 51 % der Gesamtabfallmenge ausmachen.

Beide Szenarien 2030 zeigen eine Verschiebung des Nettoergebnisses von einer Nettobelastung zu einer leichten Nettogutschrift. In beiden Szenarien ist dies hauptsächlich auf die Abkehr von der Deponierung zurückzuführen. Im Leitszenario sinkt der Massenanteil von Restmüll zur Deponie auf 12 % der gesamten Siedlungsabfälle, im Spezialszenario auf 10 %.

[41] Im NIR für Deutschland werden die Werte auch für die Vergärung von gewerblichen Lebensmittelabfällen (Märkte, Kantinen) verwendet, für die es nur wenige öffentlich zugängliche Informationen über die Anlagenkonzepte gibt.

Abbildung 19: Szenarienvergleich SiAbf Cluster 1



GS: Gutschrift oder Entlastungspotenzial.
1) Umfasst die Behandlung durch TAB, MBA, MA
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Das Leitszenario 2030 führt zu einem absoluten Nettoentlastungspotenzial von -0,9 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Die zugrundeliegenden Belastungen liegen bei 11,9 Mio. Tonnen CO_2-Äq, die Gutschriften bei -12,8 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Der Anteil von Restmüll zur Deponie ist in diesem Szenario deutlich geringer als im Basisjahr 2017 und macht 33 % der Belastungen aus. Zusammen mit Restmüll zur Behandlung sind es 67 % der absoluten Belastungen. Gleichzeitig bewirken Restmüll zur Behandlung und das Recycling von Kunststoffen und Metallen 67 % der Gutschriften (bei 39 % Masenanteil).

Die Ergebnisse des **Spezialszenarios 2030** liegen nahe denen des Leitszenarios, mit **einem absoluten Nettoentlastungspotenzial von -0,4 Mio. Tonnen CO_2-Äq.** Restmüll zur Deponie und Restmüll zur Behandlung machen 71 % der Gesamtbelastung von 12,0 Mio. Tonnen CO_2-Äq. aus. Umgekehrt tragen Restmüll zur Behandlung und das Recycling von Kunststoffen und Metallen zu 69 % der gesamten Gutschriften von -12,4 Mio. Tonnen CO_2-Äq bei, der Massenanteil am Gesamtabfall beträgt 40 %.

Neben den deutlich reduzierten Restmüllmengen zur Deponierung im Leitszenario 2030 und im Spezialszenario 2030, sind die erhöhten Mengen an getrennt erfassten trockenen Wertstoffen

und die technischen Optimierungen (insbesondere bei Restmüll zur Behandlung, siehe Kapitel 5.4.1) für die Nettogutschrift in beiden Szenarien 2030 verantwortlich. Diese Aspekte wirken den Effekten aus der Defossilisierung des Energiesystems entgegen (geringere Gutschriften für die Energieerzeugung und geringere Gutschriften für die stromintensive Primärproduktion (Papier, Aluminium)). Die Menge der getrennt gesammelten trockenen Wertstoffe ist im Spezialszenario 2030 geringer als im Leitszenario 2030, was hauptsächlich das geringere Nettoentlastungspotenzial erklärt. Obwohl die deponierte Menge im Spezialszenario ein wenig geringer ist, ist dieser Effekt weniger relevant als die zusätzlichen Nettobelastungen aus der Verbrennung von Wertstoffen, die im Spezialszenario weniger getrennt gesammelt werden.

Die folgende Tabelle zeigt die Gesamt-THG-Nettoergebnisse für Siedlungsabfälle des Clusters 1 nach Abfallfraktionen in absoluten Werten sowie in spezifischen Werten pro Kopf und pro Tonne für das Basisjahr 2017, das Leitszenario 2030 und das Spezialszenario 2030.

Tabelle 66: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktionen - Szenarienvergleich SiAbf Cluster 1: Basisjahr 2017, Leitszenario 2030 und Spezialszenario 2030

Abfallfraktion	Absolut			Spezifisch pro-Kopf[1]			Spezifisch pro Tonne		
SiAbf	**2017**	**2030 LS**	**2030 SS**	**2017**	**2030 LS**	**2030 SS**	**2017**	**2030 LS**	**2030 SS**
	Mio. Mg CO_2-Äq			kg CO_2-Äq/E			kg CO_2-Äq/Mg		
Restmüll zur Beh.	0,02	0,26	0,47	0,2	2,5	4,6	2	27	45
Organikabfälle	0,19	0,31	0,28	1,8	3,0	2,7	79	32	32
Papier	-1,19	-0,80	-0,72	-11,6	-7,8	-7,1	-439	-166	-166
Glas	-0,56	-1,10	-0,99	-5,5	-10,8	-9,7	-452	-448	-448
Kunststoffe	-0,56	-1,87	-1,68	-5,5	-18,2	-16,4	-522	-691	-691
Metalle	-0,91	-1,67	-1,51	-8,9	-16,4	-14,7	-1.507	-1.391	-1.391
Holz	0,00	-0,01	-0,01	0,0	-0,1	-0,1	-32	-37	-37
Restmüll zur Dep.	13,52	3,96	3,81	132,1	38,7	37,2	1.002	928	1.040
Summe/Durchschn.	**10,50**	**-0,93**	**-0,36**	**102,6**	**-9,1**	**-3,5**	**300**	**-27**	**-10**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 102.303.237 in 2017 (Tabelle 27).

Anhand der spezifischen Nettoergebnisse nach Abfallfraktionen pro Tonne Abfall lassen sich die Unterschiede in den Ergebnissen erklären. Grundsätzlich bestehen zwischen den beiden Szenarien, dem Leitszenario 2030 und dem Spezialszenario 2030, keine Unterschiede in den spezifischen Nettoergebnissen für trockene Wertstoffe (Papier, Glas, Kunststoffe, Metalle), Holz und Organikabfälle. Im Einzelnen sind die Annahmen nur für den Restmüll und die jeweiligen Anteile zur Deponierung und zur Behandlung relevant.

Die spezifischen Nettoergebnisse für **trockene Wertstoffe** für die Jahre 2017 und 2030 sind gleich oder ähnlich denen für die EU27, die in Kapitel 5.5.1.1 beschrieben sind. Geringe Unterschiede ergeben sich aus der thermischen Behandlung von Sortierresten aufgrund unterschiedlicher Nettowirkungsgrade in den EU-Bilanzräumen (Tabelle 15). Außerdem sind die Ergebnisse für Deutschland in der EU27 enthalten, die leicht anders sind (siehe Erläuterung Kapitel 5.5.1).

Das Entlastungspotenzial von **Holz** ist relativ gering, obwohl es im Jahr 2030 aufgrund der geringeren Belastungen durch den Strombedarf für den Recyclingprozess (Defossilisierung) geringfügig ansteigt. Eine Pyrolyse ist für Cluster 1 Länder nicht berücksichtigt.

Bei den **Organikabfällen** ergibt sich im Basisjahr 2017 aufgrund des hohen Anteils der Kompostierung (94 %) eine spezifische Nettobelastung. Im Leitszenario 2030 reduzieren sich die spezifischen Nettobelastungen. Dies ist vor allem auf die höhere Menge an Lebensmittelresten zurückzuführen, die von der Kompostierung in die Vergärung umgelenkt werden. Bei der Vergärung sinken sowohl die Belastungen aus dem Prozess als auch die Entlastungspotenziale durch Biogas und Biomethan aufgrund der Defossilisierung. Die spezifischen Ergebnisse für die Kompostierung bleiben in beiden 2030 Szenarien weitgehend unverändert. Sie sind etwas höher als für die EU27, was auf höhere direkte Emissionen für die Cluster 1 Länder zurückzuführen ist (siehe Tabelle 25). Zusätzlich trägt die Behandlung mit Soldatenfliegenlarven geringfügig zu den spezifischen Nettobelastungen bei (hier geringer als bei der Kompostierung). Obwohl der Wärmebedarf für das Verfahren wie für die Bilanz der EU27 um 75 % reduziert ist, sind die Emissionen aus dem Energiebedarf höher als die Entlastungspotenziale aus dem Verfahren (siehe Kapitel 5.2.6.2). Dennoch könnte diese Option eine Alternative zur Deponierung darstellen, insbesondere in Ländern, in denen der Wärmebedarf durch die Umgebungstemperatur gedeckt und/oder z. B. durch Solarenergie erzeugt werden kann.

Der **Restmüll zur Behandlung** weist im Basisjahr 2017 aufgrund der notwendigen Korrektur für Ungarn eine spezifische Nettobelastung auf (siehe Kapitel 5.5.1). Die spezifischen Nettoergebnisse für die Behandlung durch TAB und MBA sind mit spezifischen Nettogutschriften im Jahr 2017 verbunden. Obwohl der Anteil der Deponierung für Ungarn in den Szenarien für 2030 reduziert wird (wie die Deponierung im Allgemeinen), bleibt eine relevante spezifische Nettobelastung bestehen. Darüber hinaus verschiebt sich das spezifische Nettoergebnis für die Behandlung durch TAB, wie auch schon bei der EU27, in den Szenarien für 2030 zu einer Nettobelastung. Die Hauptgründe dafür sind die gleichen wie für die EU27 (insbesondere Defossilisierung und Anstieg des fossilen Kohlenstoffgehalts im Restmüll). Für die Behandlung mittels MBA erhöht sich die spezifische Nettogutschrift hauptsächlich deshalb, weil die Annahmen für die verschiedenen MBA-Typen (MBA 1 bis 4) zu relativ höheren EBS-Ausbeuten für die Mitverbrennung in Zementwerken führen. Die spezifischen Nettowerte für die verschiedenen Restmüllbehandlungen (Behandlung durch TAB, MBA und MA) unterscheiden sich nicht zwischen dem Leitszenario 2030 und dem Spezialszenario 2030. Im Spezialszenario 2030 ist jedoch der Anteil zu TAB erhöht (siehe Annahmen), was zu einer höheren spezifischen Nettobelastung für das aggregierte Ergebnis von Restmüll zur Behandlung führt. Der verringerte Asche- bzw. Feinmüllgehalt hat keinen relevanten Einfluss auf das spezifische Ergebnis für die thermische Behandlung, sowohl der Heizwert als auch der fossile Kohlenstoffgehalt im Restmüll steigen in einem ähnlichen Verhältnis (siehe Tabelle 156).

Die spezifischen Nettoergebnisse für **Restmüll zur Deponie** zeigen, wie im Fall der EU27, eine sehr hohe Nettobelastung sowohl im Jahr 2017 als auch in den 2030 Szenarien. Die leichten Unterschiede in den spezifischen Nettobelastungen resultieren aus leicht unterschiedlichen biogenen Kohlenstoffgehalten im Restmüll (siehe Tabelle 156).

5.5.5 Szenarienvergleich Cluster 2

Die THG-Ergebnisse des Basisjahres 2017 für das Cluster 2 werden in diesem Kapitel im Vergleich zu denen des Leitszenarios 2030 und des Spezialszenarios 2030 dargestellt (Szenariobeschreibungen in Kapitel 5.4). Die folgenden Begriffe werden in den Abbildungen verwendet:

- Basis 2017, Cluster 2: "SiAbf CL2 2017"
- Leitszenario 2030, Cluster 2: "SiAbf CL2 2030 LS"
- Spezialszenario 2030, Cluster 2: "SiAbf CL2 2030 SS"

Abbildung 20 zeigt einen Vergleich der absoluten Ergebnisse für die Belastungen und Gutschriften der Abfallfraktionen sowie die gesamten Nettoergebnisse für jedes Szenario. **Für das Basisjahr 2017 beträgt die absolute Nettobelastung 3,1 Mio. Tonnen CO_2-Äq**. Die zugrunde liegenden Belastungen belaufen sich auf etwa 29 Mio. Tonnen CO_2-Äq und die Gutschriften auf -26 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Die Deponierung von Siedlungsabfällen hat den höchsten Anteil an den Belastungen und macht zusammen mit Restmüll zur Behandlung 82 % der Belastungen aus. Auf Restmüll zur Behandlung und das Recycling von Papier und Metall entfallen wiederum 73 % der absoluten Gutschriften (bei einem Massenanteil von 57 %).

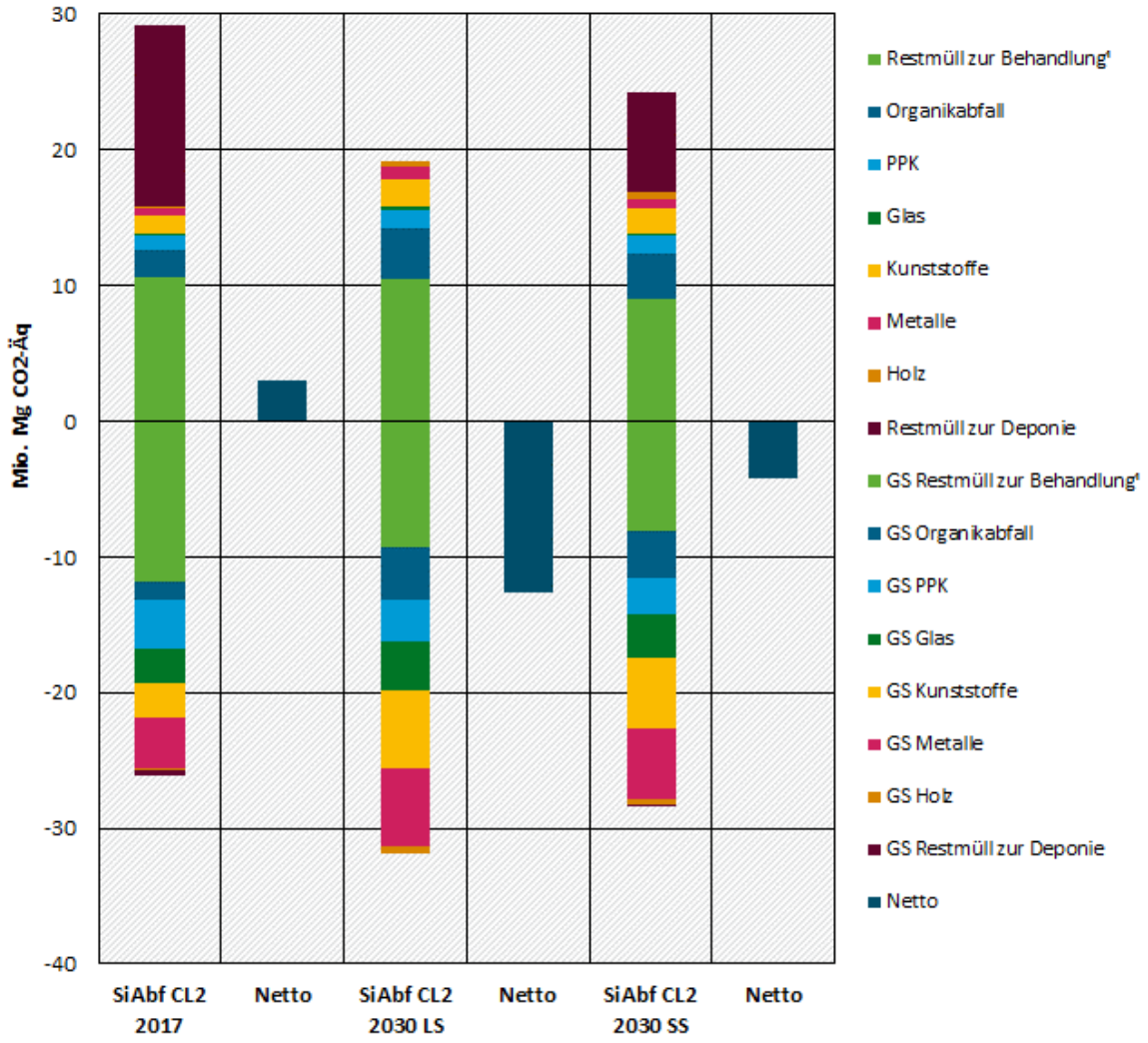
Beide Szenarien 2030 zeigen eine Verschiebung des Nettoergebnisses von einer Nettobelastung zu einer Nettogutschrift. Im Leitszenario 2030 ist dies hauptsächlich auf die vollständige Abkehr von der Deponierung zurückzuführen. Im Spezialszenario 2030 ist die Nettogutschrift viel geringer, da hier Restmüll zur Deponie nicht auf Null, sondern auf 11 % der gesamten Siedlungsabfälle gesenkt ist (Annahme: wie nach Deponierichtlinie erlaubt).

Das Leitszenario 2030 erreicht ein absolutes Nettoentlastungspotenzial von -12,6 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Die zugrundeliegenden Belastungen belaufen sich auf 19,2 Mio. Tonnen CO_2-Äq, während die Gutschriften -31,8 Millionen Tonnen CO2-Äq betragen. Im Leitszenario erfolgt keine Deponierung von Restmüll, was der Hauptgrund für das deutliche Nettoentlastungspotenzial ist. In diesem Szenario werden 55 % der Belastungen durch die zu behandelnden Restmüllmengen verursacht. 65 % der Gutschriften stammen aus Restmüll zur Behandlung und dem Recycling von Kunststoffen und Metallen (bei 45 % Massenanteil).

Das absolute Nettoentlastungspotenzial des Spezialszenarios 2030 ist mit -4,2 Mio. Tonnen CO_2-Äq geringer als das des Leitszenarios. Die Gesamtbelastungen belaufen sich auf 24,2 Mio. Tonnen CO_2-Äq, wovon die Deponierung und Restmüll zur Behandlung 68 % ausmachen. Auf der anderen Seite beträgt das absolute Nettoentlastungspotenzial insgesamt -28,4 Mio. Tonnen CO_2-Äq, wovon 65 % der gesamten Gutschriften auf Restmüll zur Behandlung und das Recycling von Kunststoffen und Metallen entfallen (bei 40 % Massenanteil).

Wie im Fall von Cluster 1 sind neben dem hohen Einfluss der Umlenkung von der Deponie auch die gestiegene Menge an getrennt gesammelten trockenen Wertstoffen und technische Optimierungen (insbesondere bei Restmüll zur Behandlung, siehe Kapitel 5.4.1) für die Nettogutschrift in beiden 2030 Szenarien verantwortlich. Diese Aspekte wirken den Effekten aus der Defossilisierung des Energiesystems entgegen (geringere Gutschriften für die Energieerzeugung und geringere Gutschriften für die stromintensive Primärproduktion (Papier, Aluminium)). Die Menge der getrennt gesammelten trockenen Wertstoffe ist im Spezialszenario 2030 geringer als im Leitszenario 2030, was das geringere Nettoentlastungspotenzial weiter erklärt.

Abbildung 20: Szenarienvergleich SiAbf Cluster 2



GS: Gutschrift oder Entlastungspotenzial.
1) Umfasst die Behandlung durch TAB, MBA, MA
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Tabelle 67 zeigt die Gesamt-THG-Nettoergebnisse für Siedlungsabfälle des Clusters 2 nach Abfallfraktionen in absoluten Werten sowie in spezifischen Werten pro Kopf und pro Tonne für das Basisjahr 2017, das Leitszenario 2030 und das Spezialszenario 2030.

Tabelle 67: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktionen - Szenarienvergleich SiAbf Cluster 2: Basisjahr 2017, Leitszenario 2030 und Spezialszenario 2030

Abfallfraktion	Absolut			Spezifisch pro-Kopf[1]			Spezifisch pro Tonne		
SiAbf	**2017**	**2030 LS**	**2030 SS**	**2017**	**2030 LS**	**2030 SS**	**2017**	**2030 LS**	**2030 SS**
	Mio. Mg CO_2-Äq			kg CO_2-Äq/E			kg CO_2-Äq/Mg		
Restmüll zur Beh.	-1,15	1,10	0,95	-7,2	6,9	5,9	-31	42	42
Organische Abfälle	0,51	-0,07	-0,06	3,2	-0,4	-0,4	53	-3	-3
Papier	-2,47	-1,69	-1,52	-15,4	-10,6	-9,5	-436	-168	-168
Glas	-2,39	-3,33	-3,00	-14,9	-20,8	-18,7	-452	-448	-448
Kunststoffe	-1,24	-3,76	-3,38	-7,7	-23,4	-21,1	-522	-691	-691
Metalle	-3,21	-4,84	-4,35	-20,0	-30,2	-27,2	-1.503	-1.392	-1.392
Holz	-0,01	-0,05	-0,05	-0,1	-0,3	-0,3	-32	-39	-39
Restmüll zur Deponie	13,03	0,00	7,24	81,3	0,0	45,2	847	0	821
Summe/Durchschnitt	**3,06**	**-12,63**	**-4,18**	**19,1**	**-78,8**	**-26,1**	**39**	**-163**	**-54**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 160.252.140 in 2017 (Tabelle 27).

Anhand der spezifischen Nettoergebnisse nach Abfallfraktionen pro Tonne Abfall lassen sich die Unterschiede in den Ergebnissen erklären. Grundsätzlich zeigen die beiden Szenarien, das Leitszenario 2030 und das Spezialszenario 2030, keine Unterschiede in den spezifischen Nettoergebnissen für die Abfallfraktionen außer für Restmüll zur Deponie. Anders als bei den Annahmen für Cluster 1 sind hier die Anteile der Behandlungsoptionen für Restmüll zur Behandlung unverändert.

Wie im Fall von Cluster 1 sind die spezifischen Nettoergebnisse für **trockene Wertstoffe** für die Jahre 2017 und 2030 gleich oder ähnlich denen für die EU27 (s. a. Kapitel 5.5.1.1). Geringe Unterschiede ergeben sich aus der thermischen Behandlung von Sortierresten aufgrund unterschiedlicher Nettowirkungsgrade in den EU-Bilanzräumen (Tabelle 15). Außerdem sind die Ergebnisse für Deutschland in der EU27 enthalten, die leicht abweichen (siehe Erläuterung Kapitel 5.5.1).

Das Entlastungspotenzial für **Holz** ist relativ gering, obwohl es im Jahr 2030 aufgrund der geringeren Belastungen durch den Strombedarf für den Recyclingprozess (Defossilisierung) geringfügig ansteigt. Die neue Behandlungsmethode, die Pyrolyse, hat einen geringen Einfluss auf das erhöhte Entlastungspotenzial.

Organikabfälle weisen im Basisjahr 2017 aufgrund des hohen Anteils der Kompostierung (90 %) eine spezifische Nettobelastung auf. Im Vergleich zu Cluster 1 ist diese jedoch aufgrund geringerer direkter Emissionen für Cluster 2 Länder geringer (siehe Tabelle 25). In den Szenarien für 2030 ändert sich die spezifische Nettobelastung in eine leichte Nettogutschrift. Die gesteigerte Menge an Lebensmittelresten, die von der Kompostierung in die Vergärung umgelenkt werden, ist größtenteils dafür verantwortlich (die spezifischen Ergebnisse für Grünabfälle und sonstige Bioabfälle ändern sich nur wenig). Die verringerten Entlastungspotenziale aufgrund der Defossilisierung spielen für Cluster 2 aufgrund des Anteils

der Biomethanerzeugung und -nutzung als Ersatz für fossile Brennstoffe eine geringere Rolle[42]. Die neue Behandlungsmethode in den 2030 Szenarien, die Behandlung mit Soldatenfliegenlarve, trägt zu spezifischen Nettobelastungen bei (hier etwas geringer als die der Kompostierung). Dennoch könnte diese Option, wie bereits erwähnt, eine Alternative zur Deponierung darstellen.

Im Basisjahr 2017 hat der **Restmüll zur Behandlung** ein spezifisches Nettoentlastungspotenzial. Dies gilt für alle drei Behandlungsoptionen, ist aber höher für die anteilige Mitverbrennung von erzeugten EBS in Kohle- und Zementwerken, wobei fossile Brennstoffe ersetzt werden. Wie bereits für die EU27 erläutert, bestehen jedoch große Datenunsicherheiten in Bezug auf den EBS-Anteil, die Zusammensetzung des Inputmaterials (Siedlungsabfälle, die MA zugeführt werden, dürfen keine organischen Bestandteile enthalten) sowie die Kenndaten und die Qualität der erzeugten EBS. In den Szenarien für 2030 verschiebt sich das spezifische Nettoergebnis für Restmüll zur Behandlung zu einer Nettobelastung. Auch hier liegt der Hintergrund in den reduzierten Entlastungspotenzialen aus der Strom- und Wärmeerzeugung aus Abfall (Defossilisierung, siehe Tabelle 9). Ein weiterer Grund für die geringeren Gutschriften ist die Umlenkung von EBS von der Mitverbrennung in Kohlekraftwerken zur Verbrennung in TAB. Darüber hinaus ist der Anstieg des fossilen Kohlenstoffgehalts im verbleibenden Restmüll von Bedeutung (Tabelle 156).

Die spezifischen Nettoergebnisse für **Restmüll zur Deponie** zeigen sowohl im Jahr 2017 als auch im Spezialszenario 2030 eine sehr hohe Nettobelastung (da im Leitszenario keine Restmülldeponierung mehr erfolgt, ist der entsprechende Wert Null). Die etwas geringere spezifische Nettobelastung im Spezialszenario 2030 im Vergleich zum Basisjahr 2017 resultiert aus dem etwas geringeren biogenen Kohlenstoffgehalt in den Restmüllmengen (Tabelle 156).

[42] Bei Cluster 1 Ländern ergab sich keine Vergärung aus dem EEA-Modell (Kapitel A.1.2).

6 Sonderbilanzraum Lebensmittelabfälle

Die Sonderbilanz Lebensmittelabfälle umfasst den Lebensmittelanteil in den Organikabfällen der Siedlungsabfälle und der P&G-Abfällen. Bei der Erhebung der Basisdaten wurde zwischen den Herkunftsbereichen unterschieden bzw. insbesondere für die EU wurde versucht, eine Unterscheidung zwischen Lebensmittelabfällen, die als Siedlungsabfälle behandelt werden, und Lebensmittelabfällen, die in P&G-Abfällen enthalten sind, zu treffen. Im Allgemeinen werden Lebensmittelabfälle unter den EAK-Stat-Schlüsseln W091+W092 „Tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle; pflanzliche Abfälle" und unter W101 "Hausmüll und ähnliche Abfälle" gemeldet. Die Anteile von W091 und W092 sowie für Küchen- und Bioabfälle konnten auf der Grundlage von Informationen aus der Literatur, nationalen statistischen Daten, Informationen aus der vom Auftragnehmer durchgeführten Validierung der Eurostat-Daten und Schätzungen ermittelt werden (Gonser et al. 2020). Für die Bilanzierung der EU-Bilanzräume wurde die deutsche Statistik (Destatis 2019) detaillierter ausgewertet, um darauf aufbauend plausible Annahmen für die EU treffen zu können.

6.1 Abfallaufkommen und -behandlung

6.1.1 Methodik

Für die Schätzung des Lebensmittelabfallaufkommens wurden zwei Ansätze untersucht:

- der FUSIONS-Ansatz;
- der WStatR-basierte Ansatz.

<u>FUSIONS-Ansatz:</u>

Im Rahmen des EU-FP7-Forschungsprogramm FUSIONS wurden im Zeitraum von 2012 bis 2016 die verfügbaren Methoden zur Bestimmung des Lebensmittelabfallaufkommens untersucht und eine Schätzung der in der EU anfallenden Lebensmittelabfallmenge (Stenmarck et al. 2016) für das Referenzjahr 2012 vorgenommen. Die Schätzung bezieht sich auf die gesamte EU28 und besteht aus separaten Schätzungen für die verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette, d. h. für die Sektoren:

- Primärproduktion (NACE 01-03)
- Lebensmittelverarbeitung (NACE C10-C11)
- Großhandel, Logistik und Einzelhandel (NACE 46 und 47)
- Verpflegungsdiensteistungen (NACE 55-56)
- Haushalte

Die von FUSIONS verwendeten Daten beruhen auf einer Literaturrecherche, die sich auf die Literatur bis 2015 erstreckt, und auf Informationen, die über Fragebögen von den Ländern eingeholt wurden. Länderdaten, deren Qualität als ausreichend erachtet wurde, wurden dann verwendet, um sektorspezifische Schätzungen für die EU zu erstellen. Die Extrapolation von der Länder- auf die EU-Ebene erfolgte anhand von sektorspezifischen Basisdaten (z. B. Menge der produzierten Lebensmittel, Umsatz, Bevölkerung usw.). Die sektorspezifischen Schätzungen beruhen auf Daten aus vier bis elf Ländern, je nach Sektor.

<u>WStatR-basierter Ansatz:</u>

Der WStatR-basierte Ansatz verwendet die WStatR-Daten als Rahmen für die Schätzung. In der WStatR-Datenstruktur sind die Lebensmittelabfälle hauptsächlich in den folgenden EAK-Stat-Schlüsseln enthalten:

- W091 „Tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle“
- W092 „Pflanzliche Abfälle“
- W101 „Hausmüll und ähnliche Abfälle“

Diese drei "Lebensmittelabfälle enthaltenden" Abfallkategorien umfassen Lebensmittelabfälle zusammen mit sonstigen organischen Nicht-Lebensmittelabfällen (W091, W092) oder als Teil des gemischten Restmülls (W101). Die Liste der EAV-Schlüssel, die den drei oben genannten Abfallkategorien[43] zugeordnet sind, findet sich in Tabelle 146 im Anhang A.5. Eine Schätzung des Aufkommens an Lebensmittelabfällen kann erstellt werden, indem für jede der drei Abfallkategorien der darin enthaltene Anteil an Lebensmittelabfällen geschätzt und die Anteile mit den im Rahmen der WStatR gemeldeten erzeugten Mengen multipliziert werden.

Auf der Grundlage der Untersuchung und des Vergleichs beider Ansätze wurde beschlossen, für die vorliegende Studie die WStatR-basierte Schätzung zu verwenden, und zwar hauptsächlich aus den folgenden Gründen:

- Die WStatR-basierte Schätzung gewährleistet die Kohärenz der Daten mit den anderen in dieser Studie betrachteten Abfallströmen, da die Schätzung der Lebensmittelabfälle in denselben definitorischen und methodischen Rahmen eingebettet ist, der auch für die anderen Abfallströme gilt.

- Der WStatR-basierte Ansatz ermöglicht die Erstellung von Schätzungen auf Länderebene und die Aggregation der Daten nach den definierten Clustern.

- Während sich die FUSIONS-Schätzung ausschließlich auf das Aufkommen von Lebensmittelabfällen bezieht, können die WStatR-basierten Schätzungen des Aufkommens mit den WStatR-Behandlungsdaten in Beziehung gesetzt werden und geben somit einen gewissen Einblick in die Behandlung der Lebensmittelabfälle, wenn auch nicht immer in der erforderlichen Detailtiefe.

Die Schätzung des Lebensmittelabfallaufkommens für diese Studie basiert auf den hochgerechneten WStatR-Daten für 2017 in Kombination mit Informationen aus der Literatur, nationalen statistischen Daten, Informationen aus der vom Auftragnehmer durchgeführten Validierung der WStatR-Daten und Schätzungen.

Wie oben beschrieben, zielt die Schätzung darauf ab, für jede der drei Abfallkategorien, die Lebensmittelabfälle enthalten, den prozentualen Anteil der enthaltenen Lebensmittelabfälle abzuleiten, und zwar getrennt für die verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette.

Der Schätzungsansatz unterscheidet sich geringfügig für die Abfallkategorien „Tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle" (W091) und „Pflanzliche Abfälle" (W092) einerseits und für "Hausmüll und ähnliche Abfälle" (W101) andererseits.

Für „Tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle" (W091) und „Pflanzliche Abfälle" (W092) basiert die Schätzung auf einem dreistufigen Ansatz wie folgt:

- Schritt 1: Schätzung des durchschnittlichen Anteils an Lebensmittelabfällen für jeden EAV-Schlüssel, der W091 oder W092 zugeordnet ist (Tabelle 146 im Anhang A.5).

- Schritt 2: Berechnung des Anteils der Lebensmittelabfälle nach EAK-Stat-Schlüssel und je Sektor.

[43] Die Zuordnung von EAV-Schlüsseln zu EAK-Stat-Schlüsseln ist in der Äquivalenztabelle in Anhang III der Abfallstatistikverordnung festgelegt.

- Schritt 3: Multiplikation der WStatR-Daten für die jeweiligen EAK-Stat-Schlüssel und Sektoren mit den in Schritt 2 ermittelten Faktoren.

Es wurde eine Literaturrecherche durchgeführt, um Informationen über den Anteil der Lebensmittelabfälle nach EAV-Schlüsseln zu sammeln. Da die Ergebnisse der Recherche dürftig waren, beruhen die verwendeten Anteile hauptsächlich auf unveröffentlichten Informationen und Schätzungen. Für alle Sektoren und alle Länder wurden die gleichen Anteile verwendet.

Die Berechnung in Schritt 2 basierte auf nationalen Daten auf EAV-Ebene, sofern solche Daten verfügbar waren. Aus diesen Informationen wurden für alle anderen Länder, für die keine nationalen Daten auf EAV-Ebene verfügbar waren, durchschnittliche Anteile an Lebensmittelabfällen pro EAK-Stat-Schlüssel abgeleitet.

Die Schätzung der in "Hausmüll und ähnlichen Abfällen" (W101) enthaltenen Lebensmittelabfälle wurde anders vorgenommen. Um einen kohärenten Ansatz für die Bestimmung des Anteils der Lebensmittelabfälle an den Siedlungsabfällen und den gesamten Lebensmittelabfällen zu gewährleisten, wurde der Anteil der Lebensmittelabfälle am Restmüll verwendet, wie er sich aus dem EEA-Modell ergibt. Dies bedeutet, dass für W101 länderspezifische Anteile verwendet wurden.

6.1.2 Aufkommen Lebensmittelabfälle

Tabelle 68 zeigt das geschätzte Lebensmittelabfallaufkommen für 2017 für die beiden Länder-Cluster, für Deutschland und für die EU in 1.000 Tonnen bzw. in kg pro Kopf. Die Daten für Deutschland sind dem Teilbericht Deutschland entnommen. Obwohl die durchgeführte Schätzung des Lebensmittelabfallaufkommens auf Cluster- und EU-Ebene als robuster Näherungswert angesehen wird, werden die Daten nicht auf Länderebene dargestellt, da dies zu Fehlinterpretationen führen könnte.

Die Gesamtmengen an Lebensmittelabfällen sind in Spalte 8 der Tabelle 68 dargestellt. Die Spalten 2 bis 6 zeigen die Menge an Lebensmittelabfällen, die in den EAK-Stat-Schlüsseln „Tierische und pflanzliche Abfälle“ (W091, W092) enthalten sind, nach erzeugendem Sektor und insgesamt. Für den Sektor "Lebensmittelverarbeitung" spiegeln die Mengen vor allem Produktionsabfälle wider, die im Zuge der Lebensmittelverarbeitung anfallen und in Kapitel 02 des EAV klassifiziert sind. Die Lebensmittelabfälle aus Haushalten, Dienstleistungsbetrieben und anderen Sektoren, die in W091/W092 enthalten sind, spiegeln hauptsächlich getrennt gesammelte organische Abfälle wie Küchen- und Kantinenabfälle wider, die in Kapitel 20 des EAV klassifiziert sind.

Spalte 7 zeigt die Menge an Lebensmittelabfällen, die nicht getrennt gesammelt werden, sondern in „Hausmüll und ähnlichen Abfällen" enthalten sind (hauptsächlich in EAV-Schlüssel 20 03 01 „gemischte Siedlungsabfälle“). „Hausmüll und ähnliche Abfälle“ fallen überwiegend in Haushalten, aber auch in allen anderen Wirtschaftszweigen an. Eine Aufschlüsselung nach dem erzeugenden Sektor wurde für diese Abfallkategorie nicht als sinnvoll erachtet.

Die Gesamtmenge der Lebensmittelabfälle in der EU27 wird auf 70,1 Millionen Tonnen bzw. 157 kg/Kopf geschätzt. Rund 55 % der erzeugten Lebensmittelabfälle (38,6 Millionen Tonnen) sind in „Hausmüll und ähnlichen Abfällen" (W101) und 45 % (31,6 Millionen Tonnen) in den Abfallkategorien "Tierische und pflanzliche Abfälle" (W091, W092) enthalten. Produktionsabfälle aus der Lebensmittelindustrie machen 13,8 Millionen Tonnen oder 20 % der Lebensmittelabfälle insgesamt aus.

Das geschätzte Aufkommen an Lebensmittelabfällen variiert erheblich zwischen den Clustern und den EU-Aggregaten. Das Pro-Kopf-Aufkommen ist in Cluster 2 mit 182 kg/Kopf am höchsten

und liegt damit etwa ein Drittel höher als in Cluster 1 (120 kg/Kopf) und auch deutlich über dem EU27-Durchschnitt von 157 kg/Kopf. Die hohen Mengen an Lebensmittelabfällen in Cluster 2 sind vor allem auf die hohen Werte für Lebensmittelabfälle in „Hausmüll und ähnliche Abfälle" zurückzuführen. Die Differenz zwischen der vergleichsweise geringen Lebensmittelabfallmenge in Deutschland (110 kg/Kopf) und den Cluster- und EU-Aggregaten ist überraschend hoch. Die Gründe für diese Unterschiede müssen weiter untersucht werden.

Deutliche Unterschiede zwischen den Clustern zeigen sich beispielsweise bei der Menge der von den Haushalten gesammelten „Tierischen und pflanzlichen Abfälle", die im Wesentlichen die in der Biomüllsammlung aus Haushalten enthaltenen Lebensmittelabfälle widerspiegeln. Die gesammelten Mengen sind in den Ländern von Cluster 1 mit nur 2 kg/Kopf sehr gering. Mit 11 kg/Kopf liegt die Sammlung von „Tierischen und pflanzlichen Abfällen" in Cluster 2 ebenfalls deutlich unter dem EU27-Durchschnitt von 23 kg/Kopf. Dies bestätigt die Erwartung, dass die getrennte Sammlung von Lebensmittelabfällen/organischen Abfällen in den Ländern des Clusters 1 am wenigsten und in den nicht geclusterten EU-Ländern am Besten entwickelt ist.

Tabelle 68: Lebensmittelabfallaufkommen, nach Sektoren und Abfallkategorien, 2017, in 1.000 Mg

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cluster/Land	**LMA in „Tierischen und pflanzlichen Abfällen" (W091, W092) nach Sektoren**				**LMA insgesamt in „Tierischen und pflanzlichen Abfällen" (W091,W092)**	**LMA in „Hausmüll und ähnlichen Abfällen" (W101)**	**LMA insgesamt (W09 + W101)**
	Lebensmittel-verarbeitung (NACE 10 - 12)	Dienstleistun-gen (G-U ohne G46.77)	Andere Wirtschafts-zweige	Haushalte			
in 1.000 Mg							
Cluster 1	2.212	414	150	246	3.022	9.225	12.247
Cluster 2	4.663	2.954	413	1.827	9.857	19.308	29.165
EU27 (ohne DE)	12.717	4.284	1.784	8.618	27.403	33.591	60.994
DE	1.202	1.131	283	1.533	4.149	4.966	9.115
EU27	13.919	5.416	2.067	10.151	31.552	38.557	70.109
EU28	16.117	6.206	2.610	11.409	36.342	46.619	82.961
in kg/E							
Cluster 1	22	4	1	2	30	90	120
Cluster 2	29	18	3	11	62	120	182
EU27 (ohne DE)	35	12	5	24	75	93	168
DE	15	14	3	19	50	60	110
EU27	31	12	5	23	71	87	157
EU28	32	12	5	22	71	91	162
in %							
Cluster 1	18	3	1	2	25	75	100
Cluster 2	16	10	1	6	34	66	100
EU27 (ohne DE)	21	7	3	14	45	55	100
DE	13	12	3	17	46	54	100
EU27	20	8	3	14	45	55	100
EU28	19	7	3	14	44	56	100

Es ist anzumerken, dass es sich bei Cluster 2 um eine recht heterogene Ländergruppe handelt, zu der die nordischen Länder Schweden, Finnland und Dänemark mit gut entwickelten Systemen zur getrennten Sammlung von Organikabfällen aus Haushalten gehören sowie andere Länder, in denen das Niveau der getrennten Sammlung von Organikabfällen eher mit dem der Länder aus Cluster 1 vergleichbar ist.

In Tabelle 69 werden die Ergebnisse der Schätzung der Lebensmittelabfälle mit den Siedlungsabfalldaten aus Kapitel 5 kombiniert. Die Tabelle zeigt, wie viele Lebensmittelabfälle gesammelt und als Siedlungsabfälle gemeldet werden und wie viele Lebensmittelabfälle außerhalb des Systems für Siedlungsabfälle als Teil der Produktions- und Gewerbeabfälle entsorgt werden.

Um die Aufteilung zwischen kommunalen Lebensmittelabfällen und sonstigen Lebensmittelabfällen zu bestimmen, werden die in Kapitel 5 ermittelten kommunalen Lebensmittelabfälle, wie in Kapitel 3.4.2 beschrieben, für jedes Land von den gesamten Lebensmittelabfällen abgezogen. Für Deutschland wurde die Abgrenzung zwischen kommunalen und nichtkommunalen Abfällen anders vorgenommen, nämlich auf der Grundlage von EAV-Schlüsseln. Biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle" (EAV 20 01 08) wurden hier vollständig den Siedlungsabfällen zugerechnet. Die Vergleichbarkeit der daraus resultierenden Aufteilung zwischen Siedlungs- und Nicht-Siedlungsabfällen ist daher eingeschränkt.

Tabelle 69: Aufkommen von Lebensmittelabfällen nach Abfallstrom (Siedlungsabfälle und Produktions- und Gewerbeabfälle), 2017, in 1.000 Mg

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Cluster/ Land	**LMA insgesamt**	**Davon in: Produktions- und Gewerbeabfällen**			**Siedlungsabfällen**		
		Insgesamt	**W091, W092**	**W101**	**Insgesamt**	**W091, W092**	**W101**
			in 1.000 Mg				
Cluster 1	12.247	3.444	2.364	1.081	8.803	659	8.144
Cluster 2	29.165	8.319	7.338	981	20.845	2.519	18.326
EU27 (ohne DE)	60.994	23.021	19.517	3.504	37.973	7.886	30.087
DE	9.115	1.645	1.645	0[1)]	7.469	2.504[2)]	4.966
EU27	70.109	24.667	21.163	3.504	45.442	10.389	35.053
EU28	82.961	32.325	25.374	6.951	50.636	10.968	39.668
			in %				
Cluster 1	100 %	28 %	19 %	9 %	72 %	5 %	66 %
Cluster 2	100 %	29 %	25 %	3 %	71 %	9 %	63 %
EU27 (ohne DE)	100 %	38 %	32 %	6 %	62 %	13 %	49 %
DE	100 %	18 %	18 %	0[1)]	82 %	27 %[2)]	54 %
EU27	100 %	35 %	30 %	5 %	65 %	15 %	50 %
EU28	100 %	39 %	31 %	8 %	61 %	13 %	48 %

1) In Deutschland wird „Hausmüll und ähnliche Abfälle“ vollständig zu den Siedlungsabfällen gezählt.

2) Die Zahl umfasst die Summe der über die getrennte Sammlung von organischen Abfällen aus Haushalten gesammelten Lebensmittelabfälle und der „biologisch abbaubaren Küchen- und Kantinenabfälle" (EAV 20 01 08).

Die Daten zeigen, dass auf der Ebene der EU27 (ohne DE) 62 % der Lebensmittelabfälle als Siedlungsabfälle entsorgt werden (49 % in „Hausmüll und ähnlichen Abfällen“ (W101), 13 % in W091, W092). Im Vergleich zum EU-Aggregat ist dieser Anteil in den Clustern 1 und 2 im Durchschnitt höher, wo 72 % bzw. 71 % der gesamten Lebensmittelabfälle auf kommunale Lebensmittelabfälle entfallen. Eine mögliche Erklärung für diese Beobachtung ist, dass Lebensmittelabfälle, die im Restmüll landen, meist als Siedlungsabfälle gesammelt werden, während getrennt gesammelte Lebensmittelabfälle, z. B. aus dem Einzelhandel oder aus Kantinen und Restaurants, von privaten Abfallwirtschaftsunternehmen behandelt werden können. Infolgedessen steigt der Anteil der nicht-kommunalen Lebensmittelabfälle mit der getrennten Sammlung von Lebensmittelabfällen, da die getrennt gesammelten Lebensmittelabfälle, die von privaten Unternehmen behandelt werden, in der Statistik nicht als Siedlungsabfälle, sondern als nichtkommunale Abfälle erscheinen. Der hohe Anteil der Lebensmittelabfälle an den Siedlungsabfällen in Deutschland resultiert daraus, dass die Abgrenzung zwischen Siedlungsabfällen und nicht-Siedlungsabfällen anders vorgenommen wurde als in den anderen EU-Ländern.

6.1.3 Behandlung Lebensmittelabfälle

Die Behandlung von Lebensmittelabfällen wird für die dem Siedlungsabfall zugerechneten Lebensmittelabfälle und für Lebensmittelabfälle aus industriellen und gewerblichen Quellen, die außerhalb des Systems der festen Siedlungsabfälle entsorgt werden, getrennt bestimmt. Die im Folgenden dargestellten Daten beziehen sich auf die in den Abfallkategorien „Tierische und pflanzliche Abfälle" (W091, W092) enthaltenen Lebensmittelabfälle. Sie spiegeln nicht die Menge der Lebensmittelabfälle wider, die als Teil der Kategorie „Hausmüll und ähnliche Abfälle" (W101) behandelt werden. „Hausmüll und ähnliche Abfälle" werden entweder verbrannt, in Mechanischen oder Mechanisch-biologischen Aufbereitungsanlagen behandelt oder direkt auf Deponien abgelagert. Aus Gründen der -Ausgewogenheit (z. B. ist die Verbrennung eines reinen Lebensmittelabfallstroms mit hohem Wassergehalt schwer plausibel zu modellieren und entspricht nicht der tatsächlichen Behandlung des Abfallgemischs) wurde beschlossen, die in der Kategorie „Hausmüll und ähnliche Abfälle" enthaltenen Lebensmittelabfälle nicht zu berücksichtigen.

Für die in den Siedlungsabfällen enthaltenen Lebensmittelabfälle wird die Behandlung mit Hilfe des EEA-Modells (siehe Kapitel 5) für die gesamte EU ohne Deutschland geschätzt. Die Daten für Deutschland, deren Ermittlung im Teilbericht Deutschland beschrieben ist, wurden in die EU-Schätzung integriert. Die Daten in Tabelle 70 spiegeln den Input in Abfallbehandlungsanlagen wider.

Nahezu alle Lebensmittelabfälle werden in biologischen Behandlungsanlagen behandelt. Von den insgesamt 11,0 Mio. Tonnen werden 55 % oder 6,0 Mio. Tonnen in Kompostieranlagen behandelt und 45 % oder 4,9 Mio. Tonnen gehen in Vergärungsanlagen. Mit 89 % ist der Anteil der Kompostierung in den Ländern des Clusters 1 besonders hoch. In Deutschland ist die Vergärung mit einem Anteil von 64 % die vorherrschende Behandlung.

Tabelle 70: Behandlung von Lebensmittelabfällen, die in "Tierischen und pflanzlichen Abfällen" enthalten sind und als Teil der Siedlungsabfälle entsorgt werden, 2017, in 1.000 Mg und Gewichtsprozent

Cluster/Land	Kompostierung	Vergärung	Energetische Verwertung	Input insgesamt
		In 1.000 Mg		
Cluster 1	587	71	0	659
Cluster 2	1.694	825	0	2.519
EU27 (ohne DE)	5.034	2.851	0	7.886
DE	907	1.599	12	2.517
EU27	5.941	4.450	12	10.403
EU28	6.051	4.919	12	10.981
		in Gewichts-%		
Cluster 1	89 %	11 %	0 %	100 %
Cluster 2	67 %	33 %	0 %	100 %
EU27 (ohne DE)	64 %	36 %	0 %	100 %
DE	36 %	64 %	<0.5 %	100 %
EU27	57 %	43 %	<0.5 %	100 %
EU28	55 %	45 %	<0.5 %	100 %

Die Behandlung von Lebensmittelabfällen aus industriellen und gewerblichen Quellen wurde auf der Grundlage der WStatR-Behandlungsdaten für das Bezugsjahr 2016 geschätzt. Es wurde angenommen, dass sich die Behandlung von 2016 bis 2017 nicht verändert hat. Der Behandlungsmix für die EU27 (ohne DE) ist jedoch nicht spezifisch genug, da keine Unterscheidung zwischen Kompostierung und Vergärung getroffen wird. Beide Behandlungsarten werden unter der Kategorie "Recycling" zusammengefasst, die im Jahr 2016 91 % der Abfallkategorien „Tierische und pflanzliche Abfälle" in der EU27 (ohne DE) ausmachte. Daher muss die Aufteilung zwischen Kompostierung und Vergärung geschätzt werden.

Wie im Teilbericht Deutschland beschrieben, wurde ermittelt, dass in Deutschland 83 % der Lebensmittelabfälle aus Produktion und Gewerbe in Vergärungsanlagen behandelt werden, 15 % werden mit Energierückgewinnung verbrannt und nur 2 % gehen in Kompostierungsanlagen (siehe Tabelle 71). Für die EU27 (ohne DE) wurde ebenfalls angenommen, dass Lebensmittelabfälle hauptsächlich durch Vergärung behandelt werden, dass aber der Anteil der Vergärung geringer ist als in Deutschland. Daher wurde ein Verhältnis von 20 : 80 zwischen Kompostierung und Vergärung angenommen. Die sich daraus ergebenden Behandlungsmengen sind in Tabelle 72 dargestellt.

Tabelle 71: Behandlungsmix für Lebensmittelabfälle aus Produktion und Gewerbe in der EU (2016) und in Deutschland (2017), in Gewichts- %

Cluster/Land	Recycling [1)]		Energetische Verwertung (R1)	Verbrennung (D10)	Deponierung	Sonstige Beseitigung	Abfall-behandlung gesamt
	Kompostie-rung	Vergärung	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	TRT
EU27 (ohne DE)	19 %	74 %	4 %	1 %	2 %	0.3 %	100 %
DE	2 %	83 %	15 %	0 %	0 %	0 %	100 %

1) Der Anteil der stofflichen Verwertung für die Abfallkategorien „Tierische und pflanzliche Abfälle" von 91 % wird im Verhältnis 20: 80 auf Kompostierung und Vergärung aufgeteilt.

Tabelle 72: Behandlung von Lebensmittelabfällen aus Produktion und Gewerbe in der EU, 2017, in 1.000 Mg

Cluster/Land	Recycling [1)]		Energetische Verwertung (R1)	Verbrennung (D10)	Deponierung	Sonstige Beseitigung	Abfall-behandlung gesamt
	Kompostie-rung	Vergärung	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	TRT
Cluster 1	440	1.759	97	13	47	8	2.364
Cluster 2	1.365	5.462	301	40	145	24	7.338
EU27 (ohne DE)	3.632	14.527	802	106	387	64	19.517
DE	30	1.294	230	0	0	0	1.554
EU27	3.661	15.822	1.031	106	387	64	21.071
EU28	4.445	18.956	1.204	128	470	78	25.282

6.1.4 Verwendung als Futtermittel

Artikel 2(2,e) der Richtlinie 2008/98/EG legt fest, dass Stoffe, die zur Verwendung als Einzelfuttermittel gemäß den Anforderungen des EU-Futtermittelrechts[44] bestimmt sind und weder aus tierischen Nebenprodukten bestehen noch solche enthalten, vom Anwendungsbereich der Richtlinie ausgenommen sind und nicht als Abfall gelten. Die Verwendung von Lebensmitteln, die nicht mehr für den menschlichen Verzehr bestimmt sind (im Folgenden als „ehemalige Lebensmittel“ bezeichnet[45]), als Tierfutter gilt als Abfallvermeidung und ist von den Mitgliedstaaten gemäß Artikel 9 der Richtlinie 98/2008/EG zu fördern.

[44] Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit (ABl. L 31 vom 1.2.2002, S.1)

[45] Ehemalige Lebensmittel werden definiert als " Lebensmittel, ausgenommen wiederverwertbare Reste aus der Speisenzubereitung (Catering-Rückfluss), die in völliger Übereinstimmung mit dem EU-Lebensmittelrecht für den menschlichen Verzehr hergestellt wurden, aber aus praktischen oder logistischen Gründen oder wegen Problemen bei der Herstellung oder wegen Mängeln der Verpackung oder sonstiger Art nicht mehr für diesen Zweck bestimmt sind, und bei einer Verwendung als Futtermittel kein Gesundheitsrisiko bergen." (siehe Verordnung (EU) Nr. 68/2013 der Kommission vom Januar 2013 zum Katalog der Einzelfuttermittel, ABl. L 29 vom 30.01.2013, S.1)

Im Folgenden wird untersucht, ob die Mengen der als Futtermittel verwendeten ehemaligen Lebensmittel quantifiziert werden können und ob sich die Mengen der Lebensmittelabfälle und der als Futtermittel verwendeten Lebensmittel eindeutig voneinander unterscheiden lassen.

Zu den ehemaligen Lebensmitteln, die zu Tierfutter verarbeitet werden, gehören aufgrund ihres hohen Energiegehalts in Form von Zucker, Ölen und Stärke in der Regel Kekse, Brot, Frühstücksflocken, Schokoriegel, Nudeln, herzhafte Snacks und Süßigkeiten. (EFFPA(a) 2020)

Offizielle Statistiken über die Mengen an ehemaligen Lebensmitteln, die als Futtermittel verwendet werden, gibt es nicht. Einige Daten sind auf der Website der European Former Foodstuff Processors Association (EFFPA) verfügbar. Die EFFPA vertritt Futtermittelunternehmer, die ehemalige Lebensmittel von Lebensmittelunternehmern kaufen und Futtermittel herstellen, die meist an Mischfutterhersteller, aber auch direkt an Viehzüchter geliefert werden. Nach Angaben des Verbands sind in der EU rund 100 ehemalige Lebensmittelverarbeiter tätig, die von sehr kleinen bis zu mittelgroßen Unternehmen reichen. Die veröffentlichten Daten beruhen auf den von den Mitgliedsunternehmen verarbeiteten Mengen und auf Schätzungen des Industriesektors, die von den nationalen Mitgliedsverbänden vorgelegt wurden. (EFFPA(b) 2020)

Auf dieser Grundlage schätzt die EFFPA, dass in den EU-Ländern, in denen die EFFPA aktive Mitglieder hat[46] , jährlich etwa 3,5 Millionen Tonnen ehemaliger Lebensmittel zu Tierfutter verarbeitet werden, davon etwa 2,8 Millionen Tonnen direkt von den Mitgliedsunternehmen. Für die gesamte EU (einschließlich des Vereinigten Königreichs) schätzt der Verband die Menge auf 5 Millionen Tonnen, was 9,8 kg/Kopf entspricht. Der Verband geht davon aus, dass der Sektor durch fortgesetzte Innovationen bei den Verarbeitungstechniken und die Ausweitung auf andere Quellen der Lebensmittelkette bis 2025 auf 7 Millionen Tonnen anwachsen könnte. Eine Ausweitung auf andere Quellen der Lebensmittelkette wird zum Beispiel im Vertriebssektor für möglich gehalten. Derzeit stammen die verarbeiteten Materialien hauptsächlich von Lebensmittelherstellern. (EFFPA(a) 2020; EFFPA(b) 2020)

Die Verwendung weiterer Materialien wird in einigen Fällen durch Rechtsvorschriften behindert. Dies gilt zum Beispiel für Lebensmittel, die Wiederkäuerkollagen und/oder Gelatine enthalten, die unter die Verordnung über tierische Nebenprodukte[47] fallen. Solche Materialien sind für die Verfütterung an Nutztiere verboten und dürfen nur als Futtermittel für Haus- und Pelztiere verwendet werden. Nach Angaben der EU-Kommission werden derzeit schätzungsweise 100.000 Tonnen Lebensmittel, die Wiederkäuerkollagen und/oder -gelatine enthalten, aufgrund der gesetzlichen Bestimmungen entsorgt und somit in der EU nicht ausreichend genutzt. (Byrne 2019)

Die von der EFFPA vorgelegten Daten umfassen verpackte und nicht verpackte ehemalige Lebensmittel. Während die Verarbeitung von nicht verpackten Lebensmitteln zu Futtermitteln gemäß den Bestimmungen der Richtlinie 2008/98/EG eindeutig von der Abfallregelung ausgenommen ist, wird der rechtliche Status von verpackten Lebensmitteln, die zu Futtermitteln verarbeitet werden, in der Richtlinie nicht ausdrücklich behandelt. In Deutschland werden verpackte Lebensmittel im Allgemeinen als Abfall betrachtet, und das Auspacken stellt ein Abfallbehandlungsverfahren dar. Es scheint jedoch, dass die rechtlichen Bestimmungen in den EU-Mitgliedstaaten unterschiedlich ausgelegt und umgesetzt werden. Es ist daher unklar, ob

[46] Zu den Ländern mit aktiven Mitgliedern gehören Belgien, Deutschland, Frankreich, Spanien, Italien, die Niederlande und das Vereinigte Königreich (https://www.effpa.eu/members/).

[47] Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 (ABl. L 300 vom 14.11.2009, S. 1)

diese Materialien in den EU-Mitgliedstaaten im Rahmen der Abfallrechts behandelt werden. Obwohl keine Daten über den Anteil verpackter Lebensmittel vorliegen, wird angenommen, dass ihr Anteil erheblich ist. Aufgrund der unklaren Handhabung dieses Themas in den EU-Ländern ist nicht bekannt, ob und in welchem Umfang verpackte Lebensmittel bereits in der EU-Abfallstatistik erfasst sind.

Aufgrund der unzureichenden Datenverfügbarkeit ist eine zuverlässige Bestimmung der als Futtermittel verwendeten Lebensmittelmengen nicht möglich. Die Verwendung als Futtermittel wird daher in dieser Studie nur zu Informationszwecken berücksichtigt und nicht in die Basisdaten für die THG-Bilanzierung einbezogen.

6.1.5 Basisdaten für die THG-Bilanzierung

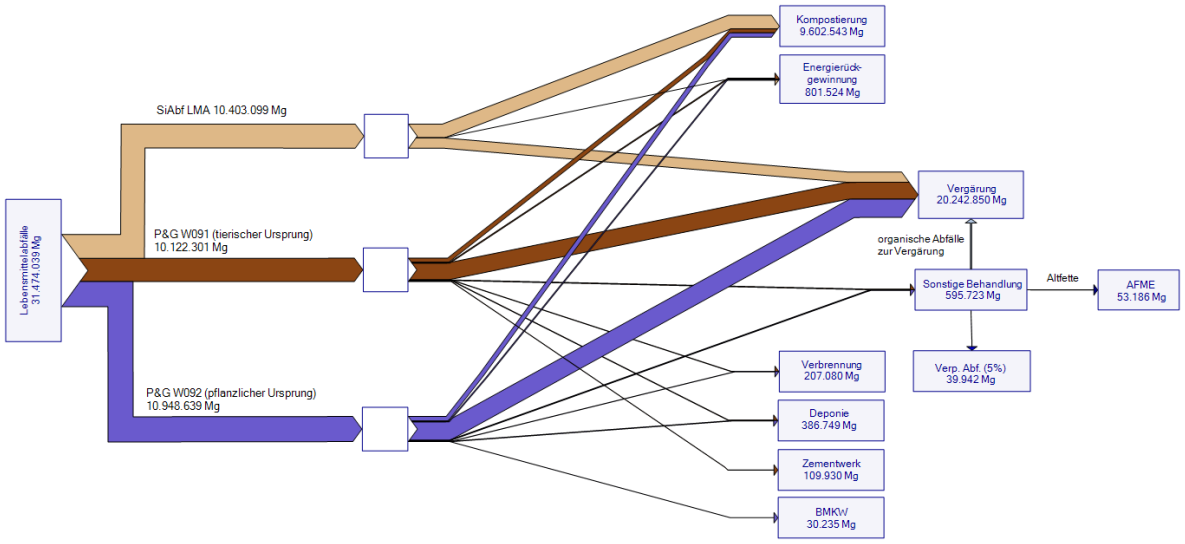
Die Daten, die in Tabelle 70 für als Siedlungsabfälle behandelte Lebensmittelabfälle (SiAbf) und in Tabelle 72 für Lebensmittelabfälle aus P&G-Quellen (P&G W091, P&G W092) aufgeführt sind, bilden die Grundlage für die Treibhausgasbilanzierung.

Abbildung 21 bis Abbildung 23 zeigen die Ergebnisse der Basisdatenerhebung zum Aufkommen und Verbleib von Lebensmittelabfällen für die EU27, Cluster 1 und Cluster 2 als Sankey-Diagramme. Abbildung 24 zeigt die Mengen an Lebensmittelabfällen nach den drei Abfallkategorien, die für die EU-Bilanzräume unterschieden werden konnten. Die Sankey-Diagramme und das Balkendiagramm machen deutlich, dass in der EU27, in Cluster 1 und in Cluster 2 die Lebensmittelabfälle hauptsächlich aus P&G-Abfällen bestehen. Während der Anteil der Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen in Deutschland 62 % beträgt, liegt er in der EU27 bei 33 % (29 % in der EU27 (ohne DE)), in Cluster 2 bei 26 % und in Cluster 1 bei 22 %.

Dennoch werden sowohl in Deutschland als auch in den EU-Bilanzräumen Lebensmittelabfälle hauptsächlich durch Vergärung behandelt (aufgrund der entsprechenden Annahme für die EU), wie aus den Sankey-Diagrammen ersichtlich ist. Der Gesamtanteil der Vergärung von Lebensmittelabfällen (aus Siedlungsabfällen und P&G-Abfällen) liegt für alle EU-Bilanzräume zwischen 61 % (Cluster 1) und 64 % (Cluster 2 und EU27)[48]. Der verbleibende Anteil wird hauptsächlich kompostiert. Andere Behandlungsoptionen wie Verbrennung (mit oder ohne Energierückgewinnung), Deponierung und sonstige Entsorgung sind von geringer Bedeutung. Die Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen werden in Deutschland hauptsächlich vergoren, während in den EU-Bilanzräumen die Kompostierung überwiegt.

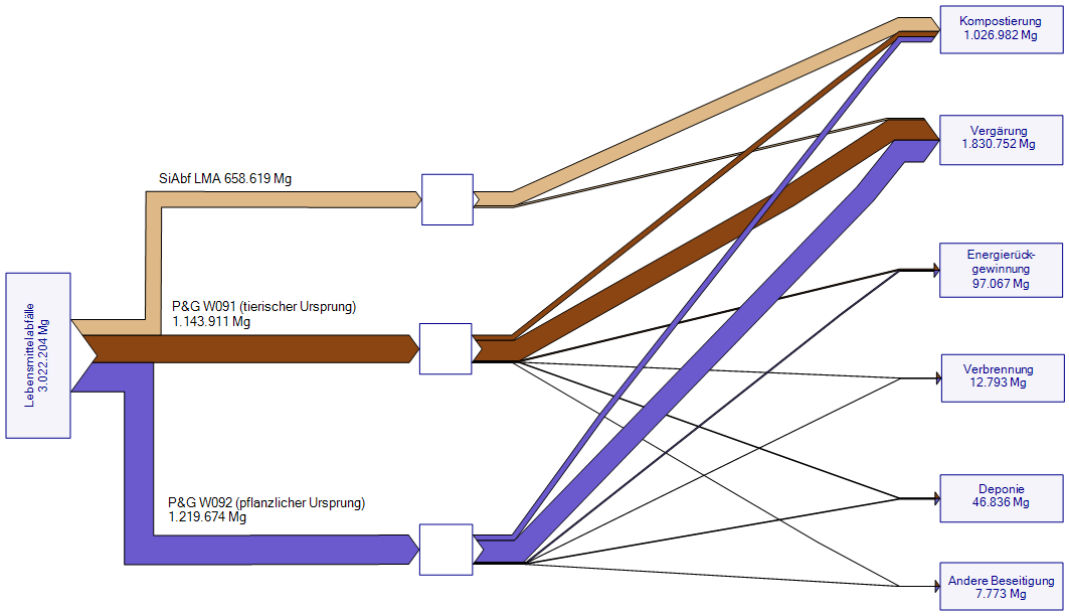
[48] Der Anteil für Deutschland beträgt 71 % für die Erstbehandlung (einschließlich Speiseöl und Verpackungsabfälle; der Anteil für den Endverbleib beträgt 69 % (Teilbericht Deutschland)).

Abbildung 21: Sankey-Diagramm Lebensmittelabfälle EU27 2017



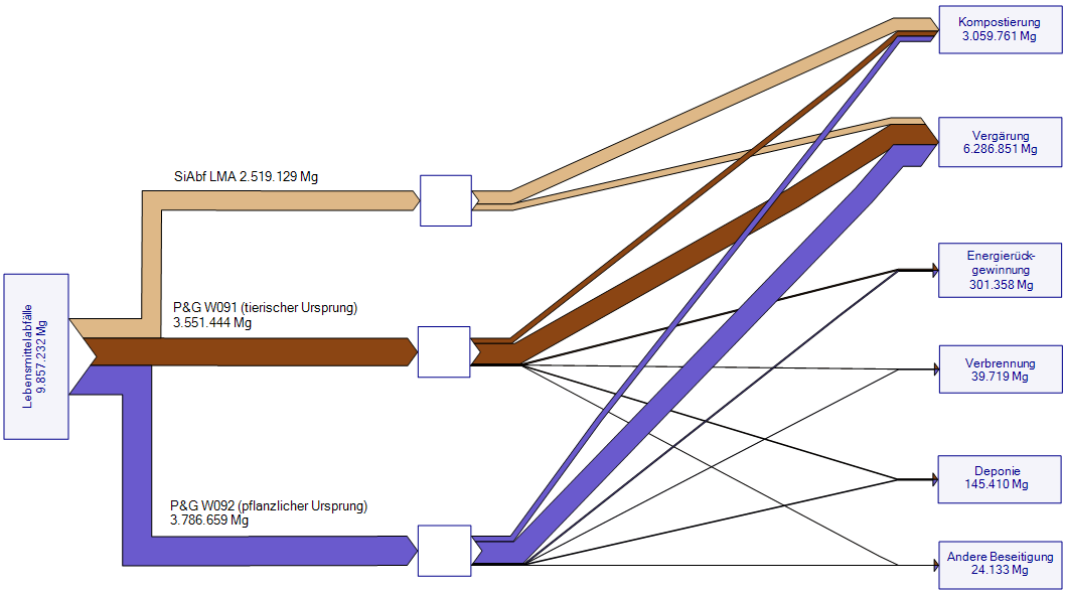
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Abbildung 22: Sankey-Diagramm Lebensmittelabfälle Cluster 1 2017



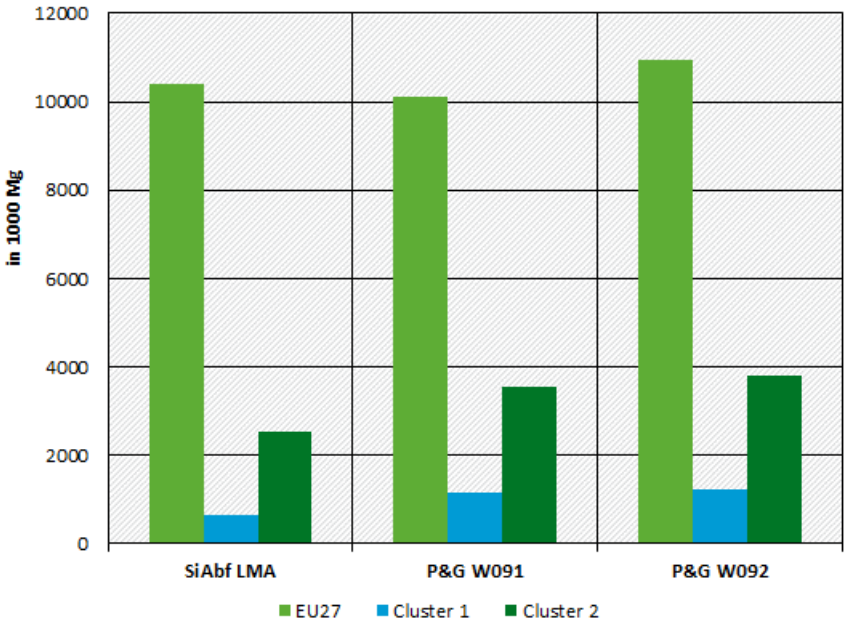
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Abbildung 23: Sankey-Diagramm Lebensmittelabfälle Cluster 2 2017



Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Abbildung 24: Aufkommen Lebensmittelabfälle EU 2017



Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

6.2 Vorgehen Bilanzierung und Kenndaten Abfallfraktionen

Das Vorgehen zur Berechnung der LMA aus Siedlungsabfällen entspricht der Berechnung der Siedlungsabfallbilanz (siehe Kapitel 5). Für die Berechnung der LMA aus P&G-Abfällen waren Annahmen notwendig. Die beiden differenzierten Abfallkategorien W091 und W092 bestehen aus sehr unterschiedlichen Abfallfraktionen, die in vielen Fällen nicht weiter spezifiziert sind. Daher ist die THG-Bilanz für Lebensmittelabfälle mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet und als Näherung zu verstehen.

Die Kenndaten für Lebensmittelabfälle aus P&G-Abfällen wurden auf der Grundlage der Annahmen für Deutschland geschätzt. Das Vorgehen zur Bilanzierung ist im Teilbericht Deutschland ausführlicher beschrieben. Die Bilanzierung für Deutschland ist aufgrund der detaillierteren Daten aus der deutschen Abfallstatistik differenzierter. Die für die Bilanzierung verwendeten aggregierten Kenndaten für die Vergärung in der EU zeigt Tabelle 73.

Tabelle 73 Geschätzte Kenndaten für die Vergärung von LMA aus P&G-Abfällen

Abfallart	Trockenmasse (TM) in % Abfall	Organische Substanz (OS) in % TM	N-Gehalt in % TM	Gasausbeute in l/kg OS	Gasausbeute in m^3/Mg	Methangehalt in Vol %
W091 Tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle	37 %	89 %	3,4 %	812	266	68 %
W092 pflanzliche Abfälle	28 %	83 %	1,3 %	562	132	55 %

Vergärung

Die Bilanzierung der Vergärung für LMA aus P&G-Abfällen erfolgt anders als für LMA aus Siedlungsabfällen. Bei diesen Abfällen kann nicht davon ausgegangen werden, dass sie nach der Vergärung einer Nachrotte zur Erzeugung von Fertigkompost unterzogen werden. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass der Vergärungsrückstand (Gärrest) in der Regel in der Landwirtschaft eingesetzt wird, möglicherweise nach einer Fest-Flüssig-Trennung. Für Deutschland war es insofern nicht möglich, die Emissionsfaktoren aus dem NIR-Bericht für die Vergärung zu verwenden, da diese hauptsächlich durch Nachkompostierung gekennzeichnet sind. Aus Konsistenzgründen wurde für LMA aus P&G-Abfällen generell ein anderer Ansatz gewählt.

Da keine Daten oder Messungen für die Vergärung von LMA aus P&G-Abfällen vorliegen oder bekannt sind, ist die Bilanzierung in Anlehnung an Kenntnisse über landwirtschaftliche Biogasanlagen vorgenommen. Es wird davon ausgegangen, dass als Verfahrenstechnik, ähnlich wie in der Landwirtschaft, hauptsächlich Beton- oder Stahlbehälter mit Membranabdeckungen zum Einsatz kommen. Weiterhin wurde angenommen, dass die Anlagen teilweise mit einem gasdichten Nachgärer ausgestattet sind. Vor diesem Hintergrund wurden für die Berechnung der Vergärung die folgenden Annahmen getroffen (siehe auch Teilbericht Deutschland):

- Diffuse Methanverluste aus Fermenter 1 % des erzeugten Methans,
- Biogasverlust durch Abfackeln 2 %
- Annahme: Anteil der Anlagen mit Nachgärer 70 %, Rest offene Gärrestlager,
- Methanemissionen aus der Lagerung in Anlagen mit Nachgärer (und anschließender offener Lagerung) 1,5 %
- Methanverluste aus offenen Gärrestlagern 2,5 %

Für die Nutzung von Biogas wurde eine Nutzung in BHKW angesetzt. Die Wirkungsgrade wurden einheitlich zu denen für Siedlungsabfälle angenommen (siehe Tabelle 22). Abweichend davon wurde jedoch der Nutzungsgrad für Überschusswärme mit Null angenommen, da die Anlagen in der Regel außerhalb liegen und keine Anbindung an Nah- oder Fernwärmenetze anzunehmen ist.

Für den anfallenden Gärrest ist ein Massenverlust von 10 % durch anaeroben Abbau angesetzt, für den enthaltenen Stickstoff ebenfalls ein Verlust von 10 %. Für die Anwendung der Gärreste in der Landwirtschaft sind auch hier einheitlich nach (IPCC 2006) N_2O-Emissionen von 1 % bezogen auf den Stickstoffgehalt angesetzt. Die Entlastungseffekte der Anwendung sind durch Mineraldüngersubstitution angerechnet.

Sonstige Behandlung

Aufgrund fehlender Informationen wurde die Kompostierung von LMA aus P&G-Abfällen auf die gleiche Weise berechnet wie die Kompostierung von LMA aus Siedlungsabfällen. Für die Verbrennung mit Energierückgewinnung wurde ein einheitlicher Heizwert verwendet (etwa 20 MJ/kg), und der fossile Kohlenstoffgehalt wurde für Lebensmittelabfälle auf Null gesetzt (siehe Teilbericht Deutschland). Die Wirkungsgrade für die energetische Verwertung entsprechen den gewichteten Wirkungsgraden für die EU-Bilanzräume in Tabelle 15. Die Deponierung ist auf die gleiche Weise berechnet wie in Kapitel 4.2.3. Vereinfacht wurden die DOC-Werte in Tabelle 13 für die verschiedenen EU-Bilanzräume verwendet. Sehr geringe Mengen an sonstiger Beseitigung sind nicht weiter berücksichtigt (Abschneidekriterium 1 %).

Für die EU-Bilanzräume ist es nicht möglich festzustellen, in welchem Umfang Tiermehl mitverbrannt werden könnte, wie es in Deutschland der Fall ist. Nicht einmal das Aufkommen an Tiermehl kann für die EU bewertet werden. Das Gleiche gilt für Speiseöle und -fette, bei denen weder das Aufkommen noch der potenzielle Anteil für die Herstellung von Biodiesel geschätzt werden kann. Die Mengen könnten allenfalls willkürlich festgelegt werden.

6.3 Beschreibung THG-Bilanzszenarien 2030

Für die EU-Bilanzräume EU27, Cluster 1 und Cluster 2 werden jeweils zwei Gruppen an Szenarien (insgesamt 6 Szenarien) für das Jahr 2030 entwickelt. Die erste Gruppe von Szenarien, die als Leitszenarien bezeichnet werden, berücksichtigen ähnlich wie die Leitszenarien für Siedlungsabfälle sowohl Abfallmengenstromumlenkungen als auch technische Optimierungen. In der zweiten Gruppe von Szenarien wird zusätzlich die Abfallvermeidung berücksichtigt. Dadurch können rechtliche Anforderungen berücksichtigt werden, die sich auf die Reduzierung von Lebensmittelabfällen konzentrieren. Darüber hinaus wird sowohl für Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen als auch aus P&G-Abfällen angenommen, dass in den Clustern 1 und 2 ein kleiner Anteil mit Soldatenfliegenlarve behandelt wird.

Die beiden Szenarien sind wie folgt bezeichnet:

- "LMA EU27 2030 LS", "LMA CL1 2030 LS" und "LMA CL2 2030 LS" für die Leitszenarien, die Stoffstromumlenkungen und technologische Verbesserungen berücksichtigen.
- "LMA EU27 2030 V", "LMA CL1 2030 V" und "LMA CL2 2030 V" für die Szenarien, die zusätzlich die Vermeidung von LMA aus den Siedlungsabfällen berücksichtigen.

6.3.1 Leitszenarien "LMA EU27 2030 LS", "LMA CL1 2030 LS" und "LMA CL2 2030 LS"

Die Veränderungen der Lebensmittelabfallströme innerhalb der Siedlungsabfälle können nur konsistent in beiden betrachteten Bereichen, d. h. den Siedlungsabfällen und den Lebensmittelabfällen, durchgeführt werden. Die Annahmen für die Behandlung von Lebensmittelabfällen in den Szenarien für Lebensmittelabfälle entsprechen daher den Annahmen für Lebensmittelabfälle in den Szenarien für Siedlungsabfälle:

- Bei der Behandlung von Lebensmittelabfällen findet eine Verlagerung von der Kompostierung zur Vergärung statt;

- Ein kleiner Teil der Lebensmittelabfälle in den Clustern 1 und 2 wird mit Larven der Soldatenfliege behandelt.

Die Daten für die Leitszenarien für Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen sind in Tabelle 74 dargestellt.

Tabelle 74: Behandlung von Lebensmittelabfällen aus Siedlungsabfällen in der EU im Jahr 2030 gemäß den Leitszenarien, in 1.000 Mg

Cluster/Land	Kompostie-rung	Vergärung	Energetische Verwertung	Larven der Soldatenfliege	Input insgesamt
Cluster 1	184	360	0	115	659
Cluster 2	530	1.713	0	276	2.519
EU27 (ohne DE)	2.683	4.812	0	391	7.886
DE	523	1.982	12	0	2.517
EU27	3.206	6.794	12	391	10.403

Für Lebensmittelabfälle aus Produktion und Gewerbe wurden folgende Annahmen getroffen:

- Lebensmittelabfälle werden vollständig von der Kompostierung abgezweigt und hauptsächlich der Vergärung und teilweise der energetischen Verwertung zugeführt;
- Es wird davon ausgegangen, dass ein Anteil von 1,5 % der gesamten P&G-Lebensmittelabfälle Speiseöle und -fette sind, die für die Biodieselproduktion verwendet werden (die Mengen sind in Tabelle 75 in der Vergärung enthalten);
- In den Clustern 1 und 2 wird ein Anteil von 2 % der gesamten Lebensmittelabfälle aus Industrie und Gewerbe mit Larven der Soldatenfliege behandelt.

Die Daten für die Leitszenarien für die Lebensmittelabfälle aus Gewerbe und Industrie sind in Tabelle 75 dargestellt.

Tabelle 75: Behandlung von P&G-Lebensmittelabfällen in der EU im Jahr 2030 gemäß den Leitszenarien, in 1.000 Mg

Land	Kompostie-rung	Vergärung	Energetische Verwertung	Soldaten-fliegenlarve	Beseitigung (Deponie, Verbrennung, andere)	Abfallbe-handlung
Cluster 1	0	2.014	302	47	0	2.364
Cluster 2	0	6.253	938	147	0	7.338
EU27 (ohne DE)	0	16.631	2.692	194	0	19.517
DE	0	1.324	230	0	0	1.554
EU27	0	17.955	2.922	194	0	21.071

6.3.2 Szenarien mit Abfallvermeidung "LMA EU27 2030 V", "LMA CL1 2030 V" und "LMA CL2 2030 V"

Im Allgemeinen ist die Einbeziehung der Abfallvermeidung in die Ökobilanz der Abfallwirtschaft wenig etabliert. In der Regel beschränken sich Ökobilanzen der Abfallwirtschaft auf die Abfallhierarchieebenen Recycling, sonstige Verwertung und Beseitigung, die eindeutig den typischen Systemgrenzen von "Abfall zu Sekundärprodukt oder Beseitigung " entsprechen (siehe Kapitel 4.1.1). In dieser Studie wurde ein methodischer Ansatz zur Integration der Abfallvermeidung und auch der Vorbereitung zur Wiederverwendung in die Ökobilanz der Abfallwirtschaft entwickelt. Die zugrundeliegenden Probleme und der entwickelte Ansatz sind im Teilbericht Deutschland ausführlicher beschrieben.

Die Einbeziehung der Abfallvermeidung ist bei der Ökobilanz der Abfallwirtschaft nur möglich, wenn die vermiedenen Produkte bekannt sind und ihre vermiedene Produktion bewertet werden kann. Für Lebensmittelabfälle bedeutet dies, dass nur Verzehrprodukte berücksichtigt werden können. Für Schlämme, Schlempen, Schälreste etc. oder die laut deutscher Abfallstatistik in den P&G-Abfällen vorherrschenden "zum Verzehr oder zur Verarbeitung ungeeigneten Stoffe" können keine ursprünglichen Produkte identifiziert werden. Dementsprechend wurde für Deutschland die Abfallvermeidung nur für getrennt erfasste Lebensmittelabfälle aus Haushalten (Abfälle aus der Biotonne) und aus dem Außer-Haus-Verzehr (Küchen-/Kantinenabfälle) berücksichtigt. Auf Basis der Daten zu vermeidbaren Lebensmittelabfällen getrennt nach Lebensmitteln sind für diese beiden Herkunftsbereiche die vermeidbaren THG-Emissionen aus der Lebensmittelproduktion abgeleitet. Für die EU-Bilanzräume ist die Betrachtung jedoch nicht mit der gleichen Genauigkeit möglich, daher wird die Abfallvermeidung für die Lebensmittelabfallfraktion der Siedlungsabfälle anhand der für Deutschland abgeleiteten Daten berechnet.

Grundsätzlich bauen die Szenarien mit Lebensmittelabfallvermeidung auf den Leitszenarien auf. Die vermiedene Menge ist für die EU27 und Cluster 2 auf 50 % und für Cluster 1 auf 30 % festgelegt. Die 50 % entsprechen dem Ziel 12.3 der Vereinten Nationen für Nachhaltige Entwicklung, zu dem sich die EU-Länder verpflichtet haben, um die Menge der Lebensmittelabfälle bis 2030 zu halbieren[49],[50]. In den Ländern des Clusters 1 ist das Pro-Kopf-Aufkommen an Lebensmittelabfällen deutlich geringer als in den Ländern des Clusters 2 und liegt unter dem Durchschnitt der EU27. Daher wurde für Cluster 1 das Vermeidungsszenario mit einer niedrigeren Vermeidungsrate von 30 % berechnet.

Bei einer Vermeidung von 50 % der Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen in der EU27 und in Cluster 2 und von 30 % in Cluster 1 **belaufen sich die vermiedenen Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen auf** (50 % bzw. 30 % des gesamten Inputs in Tabelle 74):

- EU27: 5.201.549 Tonnen SiAbf LMA
- Cluster 2: 1.259.564 Tonnen SiAbf LMA
- Cluster 1: 197.586 Tonnen SiAbf LMA

Für die Übereinstimmung mit der Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft ist es zwingend erforderlich, gleiche Abfallmengen für den Szenarienvergleich zu berücksichtigen. Daher wird im Szenario mit Abfallvermeidung die vermiedene Menge vom Gesamtinput an LMA aus Siedlungsabfall abgezogen und als vermiedene Lebensmittelabfälle ("LMA vermieden")

[49] https://ec.europa.eu/food/safety/food-waste/eu-actions-against-food-waste_en (4.2.2022)

[50] Für Deutschland entspricht dieses Ziel auch der "Deutschen Nationalen Strategie zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen" (Teilbericht Deutschland).

bilanziert. Die Menge der vermiedenen Abfälle ist zu gleichen Teilen von den verschiedenen Behandlungspfaden abgezogen.

Für die Bilanzierung wird der im Teilbericht Deutschland beschriebene Ansatz verfolgt. Der Anteil der verschiedenen Lebensmittelprodukte an den Lebensmittelabfällen sowie die abgeleiteten THG-Emissionsfaktoren für deren Produktion werden für die EU-Bilanzräume als gleich angenommen wie für Deutschland. **Der gewichtete durchschnittliche Emissionswert für die Vermeidung von Lebensmittelabfällen beträgt** somit **-1,61 kg CO_2-Äq/kg Lebensmittel** für alle EU-Bilanzräume.

6.4 Ergebnisse THG-Bilanzen

In diesem Kapitel werden zunächst die Ergebnisse für das Bilanzjahr 2017 für die EU27, Cluster 1 und Cluster 2 vorgestellt, gefolgt von einem Basisvergleich – der Ist-Situation im Jahr 2017 und dem Basisszenario im Jahr 2030. Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse für das Szenario mit Abfallvermeidung für die drei EU-Bilanzräume dargestellt. Generell sind die Ergebnisse aufgrund von Datenunsicherheiten und Datenlücken als orientierend zu verstehen (vgl. Kap. 1).

6.4.1 Basisjahr 2017

Die Ergebnisse für das Basisjahr 2017 für die drei Bilanzräume EU27, Cluster 1 und Cluster 2 zeigt Tabelle 76. Die Ergebnisse werden als absolute THG-Emissionen – Belastungen, Gutschriften und das Nettoergebnis – für die drei Abfallkategorien dargestellt, die für die EU differenziert werden konnten. Zum Vergleich, das absolute Netto-THG-Ergebnis für Deutschland beträgt -0,7 Mio. Tonnen CO_2-Äq (berechnet mit EU27-Emissionsfaktoren, vgl. Teilbericht Deutschland). Alle Bilanzräume erzielen eine Nettogutschrift.

Die Ergebnisse können nicht verglichen werden, da sie auf unterschiedlichen Gesamtabfallmengen beruhen. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass für alle Bilanzräume die Hauptbeiträge aus der Behandlung von tierischen und gemischten Nahrungsmittelabfällen (W091) stammen. Dies ist auf die höheren Einsparpotenziale bei der Vergärung dieser Abfälle zurückzuführen. Ein weiterer Beitrag zur Nettoentlastung ergibt sich aus dem Anteil der pflanzlichen Abfälle (W092), die überwiegend vergoren werden. Die höheren Anteile der Kompostierung von LMA aus Siedlungsabfällen führen zu Nettobelastungen für Cluster 1 und Cluster 2. Die Nettogutschrift für die EU27 wird durch das Ergebnis für Deutschland beeinflusst, wo LMA aus Siedlungsabfällen hauptsächlich vergoren werden.

Ein Vergleich der Ergebnisse ist mit den spezifischen THG-Ergebnissen möglich. Abbildung 25 zeigt die spezifischen THG-Nettoergebnisse für die drei EU-Bilanzräume und zum Vergleich für Deutschland, aufgeschlüsselt nach den drei Abfallkategorien, die für die EU unterschieden werden konnten.

Die spezifischen Nettoergebnisse für Deutschland zeigen für alle drei Abfallkategorien Nettogutschriften mit den höchsten Werten. Grundsätzlich hat Deutschland den höchsten Anteil an Vergärung für die drei Abfallkategorien. Zudem konnte die Berechnung für Deutschland detaillierter durchgeführt werden. Auf der Grundlage der deutschen Statistik konnten insgesamt neun Abfallfraktionen unterschieden werden. Die Annahmen für die EU-Bilanzräume, die auf durchschnittlichen Kenndaten für tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle (W091) und pflanzliche Abfälle (W092) (Tabelle 73) basieren, könnten das Potenzial der LMA aus P&G-Abfällen für die EU-Bilanzräume unterschätzen. Das spezifische Nettoergebnis für "P&G W091" ist für Deutschland viel höher, da die Mitverbrennung von Tiermehl und die Verarbeitung von Speiseölen und -fetten zu Biodiesel beinhaltet sind. Für die EU-Bilanzräume konnten keine

Informationen über mögliche Mengen für diese beiden Behandlungsoptionen abgeleitet werden, und es wurde davon abgesehen, sie willkürlich festzulegen.

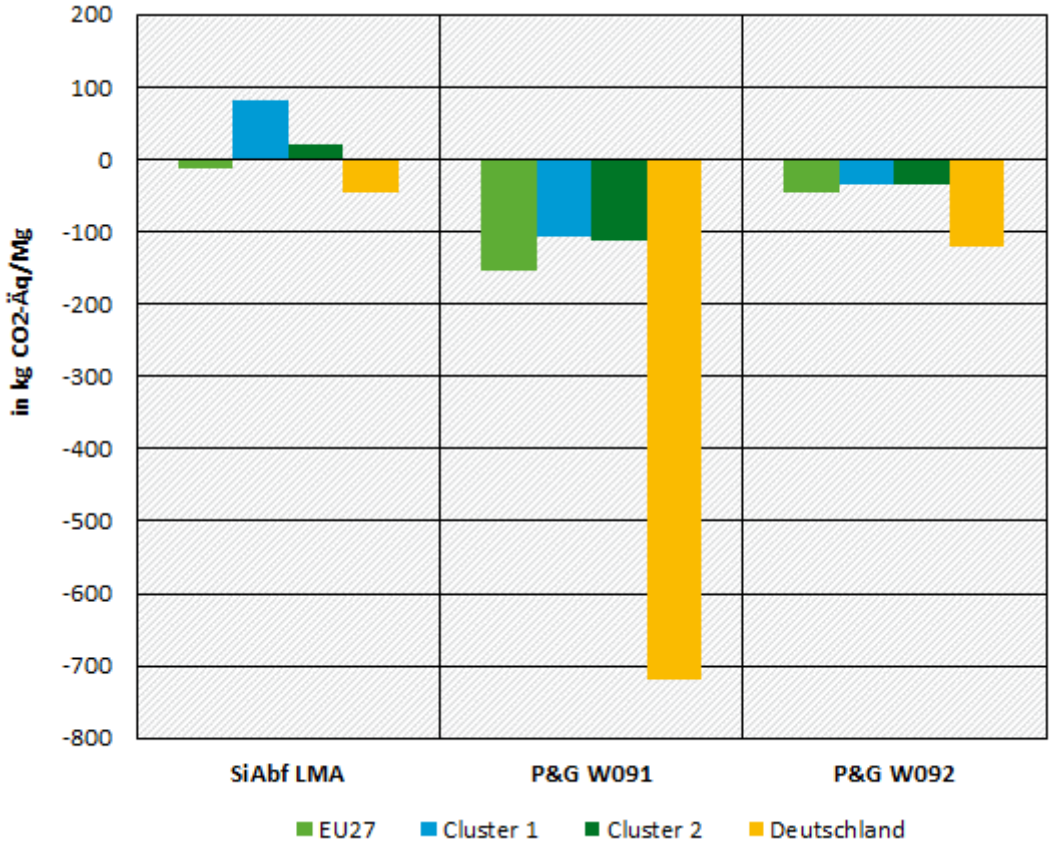
Tabelle 76: Absolute Ergebnisse Lebensmittelabfälle EU 2017, in 1.000 Tonnen CO_2-Äq

	Belastungen	Gutschriften	Netto
EU27			
SiAbf LMA	1.615	-1.742	-128
P&G-Abfall W091	2.021	-3.579	-1.557
P&G-Abfall W092	1.356	-1.857	-501
EU27 insgesamt	**4.991**	**-7.177**	**-2.186**
Cluster 1			
SiAbf LMA	143	-90	54
P&G-Abfall W091	243	-366	-123
P&G-Abfall W092	161	-202	-41
Gesamt Cluster 1	**548**	**-658**	**-111**
Cluster 2			
SiAbf LMA	455	-404	51
P&G-Abfall W091	730	-1.128	-398
P&G-Abfall W092	487	-618	-131
Gesamt Cluster 2	**1.672**	**-2.150**	**-478**

Die Unterschiede zwischen den spezifischen Nettoergebnissen für die EU-Bilanzräume sind für "P&G W091" und "P&G W092" gering. Sie sind am höchsten für die EU27, was hauptsächlich auf die Ergebnisse für Deutschland zurückzuführen ist. Die spezifischen Nettoergebnisse für LMA aus Siedlungsabfällen spiegeln wiederum den jeweiligen Anteil der Kompostierung wider, der in den Cluster 1 Ländern am höchsten ist, wo auch die THG-Emissionen aus der Kompostierung am höchsten sind (Tabelle 25).

Eine Übersicht über die spezifischen THG-Nettoergebnisse 2017 für die EU-Bilanzräume pro Tonne und Abfallkategorie zeigt Tabelle 77. In Tabelle 78 sind die spezifischen THG-Nettoergebnisse pro Kopf aufgeführt.

Abbildung 25: Spezifische THG-Nettoergebnisse Lebensmittelabfälle EU-Bilanzräume 2017



Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Tabelle 77: Spezifisches Nettoergebnis pro Tonne - Lebensmittelabfälle 2017 - in kg CO_2-Äq/t

Abfallkategorie	EU27	Cluster 1	Cluster 2
SiAbf LMA	-12	81	20
P&G-Abfall W091	-154	-108	-112
P&G-Abfall W092	-46	-34	-35
Insgesamt	**-69**	**-37**	**-48**

Tabelle 78: Spezifische Nettoergebnisse pro Kopf[1] - Lebensmittelabfälle 2017 - kg CO_2-Äq/Kopf

Abfallkategorie	EU27	Cluster 1	Cluster 2
SiAbf LMA	-0,3	0,5	0,3
P&G-Abfall W091	-3,5	-1,2	-2,5
P&G-Abfall W092	-1,1	-0,4	-0,8
Insgesamt	**-4,9**	**-1,1**	**-3,0**

1) Mit Bevölkerungszahl von 445.529.136 für EU27; 102.303.237 für Cluster 1; 160.252.140 für Cluster 2 (Tabelle 27).

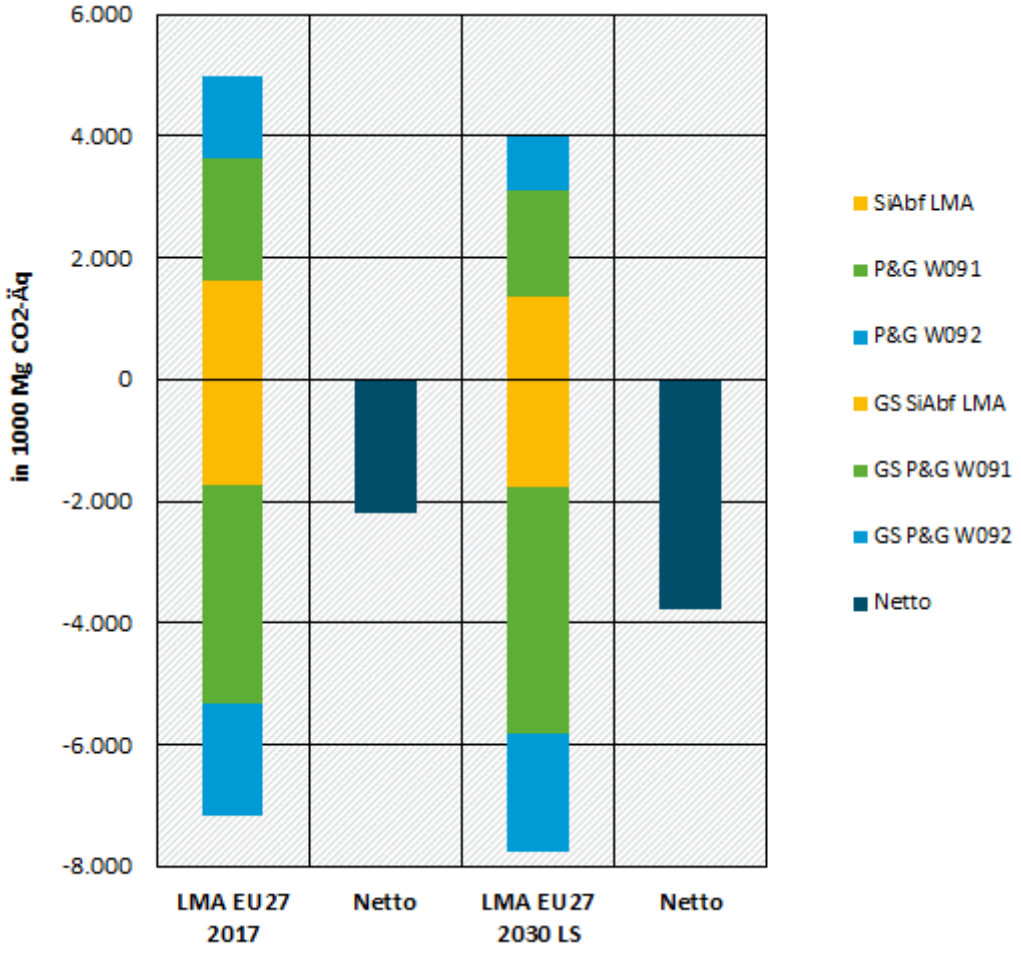
6.4.2 Basisvergleich EU27

Im Basisvergleich werden die THG-Ergebnisse für die in Kapitel 6.1.5 abgeleiteten Abfallströme für die aktuelle Situation in der EU27 im Jahr 2017 mit denen für das Leitszenario verglichen, die in Kapitel 6.3.1 beschrieben sind. Die folgenden Begriffe sind in den Abbildungen verwendet:

- Basis 2017, EU27: "LMA EU27 2017"
- Leitszenario 2030, EU27: "LMA EU27 2030 LS"

Abbildung 26 zeigt die absoluten Ergebnisse gemäß den Belastungen und Gutschriften nach Abfallkategorien sowie die gesamten Nettoergebnisse im Jahresvergleich. **Für den Ist-Zustand 2017 ergibt sich ein absolutes Nettoentlastungspotenzial von rund -2,19 Mio. Tonnen CO_2-Äq**. Die zugrundeliegenden Belastungen belaufen sich auf 4,99 Mio. Tonnen CO_2-Äq und das Entlastungspotenzial auf rund -7,18 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Aus der Abbildung wird deutlich, dass LMA aus P&G-Abfällen, die auch den höchsten Anteil ausmachen, den größten Beitrag zum Ergebnis beitragen. Darüber hinaus tragen vor allem tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle (W091) zum Entlastungspotenzial bei.

Abbildung 26: Basisvergleich Lebensmittelabfälle EU27



GS: Gutschrift oder Entlastungspotenzial; Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Für das **Leitszenario 2030** sind die Belastungen im Vergleich zu 2017 deutlich geringer, während das Entlastungspotenzial im Jahr 2030 leicht höher ist. **Das absolute Nettoentlastungspotenzial liegt bei -3,79 Mio. Tonnen CO_2-Äq**. Die Belastungen belaufen sich auf 3,98 Mio. Tonnen CO_2-Äq und die Entlastungspotenziale auf -7,76 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Die

Unterschiede im Ergebnis – das insgesamt höhere Entlastungspotenzial – sind vor allem auf die Optimierungen zurückzuführen, die für die Abfallströme im Leitszenario 2030 angesetzt wurden, insbesondere die Umlenkung von Deponierung, Verbrennung (ohne Energierückgewinnung) und Kompostierung hin zur Vergärung sowie der Anteil Verarbeitung von Speiseölen und -fetten zu Biodiesel.

Tabelle 79 zeigt die gesamten THG-Nettoergebnisse für Lebensmittelabfälle nach Abfallfraktionen in absoluten Werten sowie spezifisch pro Kopf und pro Tonne für die aktuelle Situation im Jahr 2017 und im Leitszenario 2030 (2030 LS).

Tabelle 79: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallkategorie - Basisvergleich LMA EU27: Basisjahr 2017 und Leitszenario 2030

Abfallkategorie	Absolut	Absolut	Spezifisch pro Kopf[1]	Spezifisch pro Kopf[1]	Spezifisch pro Tonne	Spezifisch pro Tonne
LMA	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**
	1.000 Mg CO_2-Äq		kg CO_2-Äq/E		kg CO_2-Äq/Mg	
SiAbf LMA	-128	-392	-0,3	-0,9	-12	-38
P&G W091	-1.557	-2.315	-3,5	-5,2	-154	-229
P&G W092	-501	-1.079	-1,1	-2,4	-46	-99
Summe/Durchschnitt	**-2.186**	**-3.786**	**-4,9**	**-8,5**	**-69**	**-120**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 445.529.136 in 2017 (Tabelle 27).

Anhand der spezifischen Nettoergebnisse pro Tonne Abfall nach Abfallkategorien lassen sich die Unterschiede in den Ergebnissen erklären:

Das hohe spezifische Nettoentlastungspotenzial von tierischen und gemischten Nahrungsmittelabfällen (W091) aus P&G-Abfällen im Jahr 2017 ist hauptsächlich auf den hohen Anteil der Vergärung zurückzuführen. Auch der Anteil der energetischen Verwertung weist ein hohes spezifisches Nettoentlastungspotenzial auf. Dies ist jedoch nur dann repräsentativ, wenn der vergleichsweise hohe Heizwert von 20,4 MJ/kg bei einem gleichzeitigen fossilen Kohlenstoffgehalt von 0 % in der Praxis zutrifft. Pflanzliche Abfälle (W092) aus P&G-Abfällen weisen aufgrund ähnlicher Behandlungsmethoden wie tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle ebenfalls ein deutliches Entlastungspotenzial auf. Das geringere spezifische Nettoentlastungspotenzial von pflanzlichen Abfällen (W092) ist hauptsächlich auf die geringere Methanausbeute bei der Biogasproduktion im Vergleich zu tierischen und gemischten Nahrungsmittelabfällen (W091) zurückzuführen.

Im Leitszenario 2030 ist hauptsächlich der Anteil der tierischen und gemischten Nahrungsmittelabfälle an Speiseöl und -fetten, für die eine Biodieselproduktion angenommen ist, für das höhere spezifische Nettoentlastungspotenzial verantwortlich. Die optimierten Wirkungsgrade der Verbrennung wirken den Effekten der Defossilisierung entgegen, so dass das spezifische Nettoentlastungspotenzial hierfür nur geringfügig sinkt. Für die Wirkungsgrade der Biogasnutzung in BHKW ist dagegen keine Veränderung angenommen. Darüber hinaus steigt das spezifische Nettoentlastungspotenzial von LMA aus Siedlungsabfällen vor allem durch die gesteigerte Vergärung leicht an. Der Effekt der Behandlung mit Soldatenfliegenlarve ist aufgrund der geringen hierfür angenommenen Mengen für das Ergebnis nicht bedeutend. Die spezifische Nettobelastung liegt in der gleichen Größenordnung wie bei der Kompostierung (s. Kap. 0).

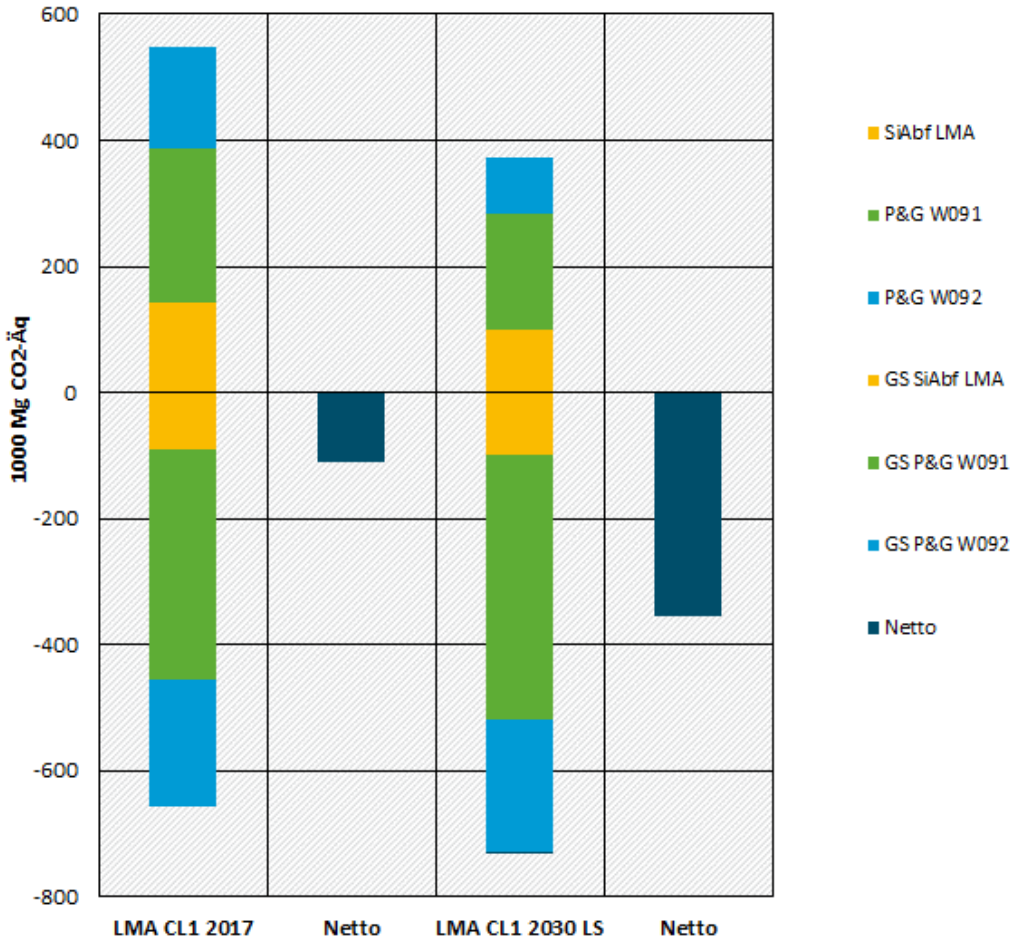
6.4.3 Basisvergleich Cluster 1

In diesem Kapitel werden die THG-Ergebnisse der Ist-Situation für Cluster 1 im Jahr 2017 im Vergleich zu denen des Leitszenarios 2030 dargestellt. Die folgenden Begriffe werden in den Abbildungen verwendet:

- Basis 2017, Cluster 1: "LMA CL1 2017"
- Leitszenario 2030, Cluster 1: "LMA CL1 2030 LS"

Die absoluten THG-Belastungen und -Gutschriften nach Abfallkategorien sowie die gesamten Nettoergebnisse sind in Abbildung 27 als Vergleich zwischen diesen beiden Szenarien dargestellt. Die **Ist-Situation im Jahr 2017 hat ein absolutes Nettoentlastungspotenzial von rund -0,11 Mio. Tonnen CO_2-Äq**. Die Belastungen belaufen sich auf 0,55 Mio. Tonnen CO_2-Äq, während das Entlastungspotenzial -0,66 Mio. Tonnen CO_2-Äq beträgt. Wie in der EU27 machen auch in Cluster 1 die LMA aus P&G-Abfällen den größten Anteil aus, was sich entsprechend in den THG-Ergebnissen niederschlägt. Darüber hinaus beeinflussen tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle (W091) das Entlastungspotenzial erheblich.

Abbildung 27: Basisvergleich Lebensmittelabfälle Cluster 1



GS: Gutschrift oder Entlastungspotenzial; Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Die Belastungen sind im **Leitszenario 2030** deutlich geringer, während das Entlastungspotenzial etwas höher ist**. Das absolute Nettoentlastungspotenzial liegt bei -0,36 Mio. Tonnen CO_2-Äq,** mit Belastungen von 0,37 Mio. Tonnen CO_2-Äq und Gutschriften von -0,73 Mio.

Tonnen CO_2-Äq. Das bemerkenswert höhere absolute Nettoentlastungspotenzial im Leitszenario 2030 ist vor allem auf die Umlenkung der Abfallströme von der Deponierung, Verbrennung und Kompostierung hin zur Vergärung und energetischen Verwertung zurückzuführen. Darüber hinaus spielt die neu eingeführte Behandlung von Speisefetten und -ölen (in W091) zur Herstellung von Biodiesel eine Rolle.

In Tabelle 80 sind die gesamten THG-Nettoergebnisse für Lebensmittelabfälle nach Abfallkategorien in absoluten Werten sowie spezifisch pro Kopf und pro Tonne für die aktuelle Situation im Jahr 2017 und im Leitszenario 2030 (2030 LS) dargestellt.

Tabelle 80: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallkategorien - Basisvergleich LMA Cluster 1: Basisjahr 2017 und Leitszenario 2030

Abfallkategorie	Absolut	Absolut	Spezifisch pro Kopf[1]	Spezifisch pro Kopf[1]	Spezifisch pro Tonne	Spezifisch pro Tonne
LMA	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**
	1.000 Mg CO_2-Äq		kg CO_2-Äq/E		kg CO_2-Äq/Mg	
SiAbf LMA	54	-2	0,5	-0,0	81	-2
P&G W091	-123	-231	-1,2	-2,3	-108	-202
P&G W092	-41	-123	-0,4	-1,2	-34	-101
Summe/Durchschnitt	**-111**	**-356**	**-1,1**	**-3,5**	**-37**	**-118**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 102.303.237 in 2017 (Tabelle 27).

Die Unterschiede bei den spezifischen Nettoergebnissen nach Abfallkategorien pro Tonne Abfall lassen sich wie folgt erklären:

Im Jahr 2017 ist das spezifische Nettoentlastungspotenzial für tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle (W091) aus P&G-Abfällen am höchsten. Dies ist auf den hohen Anteil der Vergärung zurückzuführen, die die Energieerzeugung aus Biogas ermöglicht. Obwohl der Anteil der Vergärung auch bei den pflanzlichen Abfällen (W092) aus P&G-Abfällen hoch ist, ist die Ausbeute an Biogas für die Energieerzeugung bei dieser Abfallkategorie geringer, was zu einem geringeren spezifischen Nettoentlastungspotenzial führt. Darüber hinaus weist die energetische Verwertung für beide Abfallfraktionen ein vergleichsweise hohes spezifisches Nettoentlastungspotenzial auf. Dies gilt jedoch in der Praxis nur, wenn der relativ hohe Heizwert von 20,4 MJ/kg mit einem gleichzeitigen fossilen Kohlenstoffgehalt von 0 % einhergeht. LMA aus Siedlungsabfällen haben aufgrund des hohen Anteils der Kompostierung (89 %) in den Cluster 1 Ländern eine relativ hohe spezifische Nettobelastung im Jahr 2017.

Im Leitszenario 2030 steigen die spezifischen Nettoentlastungspotenziale von W091 und W092 deutlich an. Dies hängt weitgehend vom Anteil der Speiseöle und -fette aus tierischen und gemischten Nahrungsmittelabfällen ab, für die eine Biodieselproduktion unterstellt ist, was ein hohes spezifisches Nettoentlastungspotenzial erwirkt. Dem Anstieg der spezifischen Nettoentlastungspotenziale stehen die Effekte der Defossilisierung entgegen, auch wenn die optimierten Wirkungsgrade bei der Verbrennung diese etwas mindern. Für die Wirkungsgrade der Biogasnutzung in BHKW ist dagegen keine Veränderung angenommen.

Bei LMA aus Siedlungsabfällen verschiebt sich das spezifische Nettoergebnis im Leitszenario 2030 von einer Nettobelastung zu einer Nettoentlastung. Dies ist hauptsächlich auf die Umlenkung von Abfällen von der Kompostierung zur Vergärung zurückzuführen. Der Effekt der

Behandlung mit Soldatenfliegenlarve ist aufgrund der geringen Mengen für das Ergebnis nicht bedeutend. Die spezifische Nettobelastung ist geringer als bei der Kompostierung (s. Kap. 5.5.4).

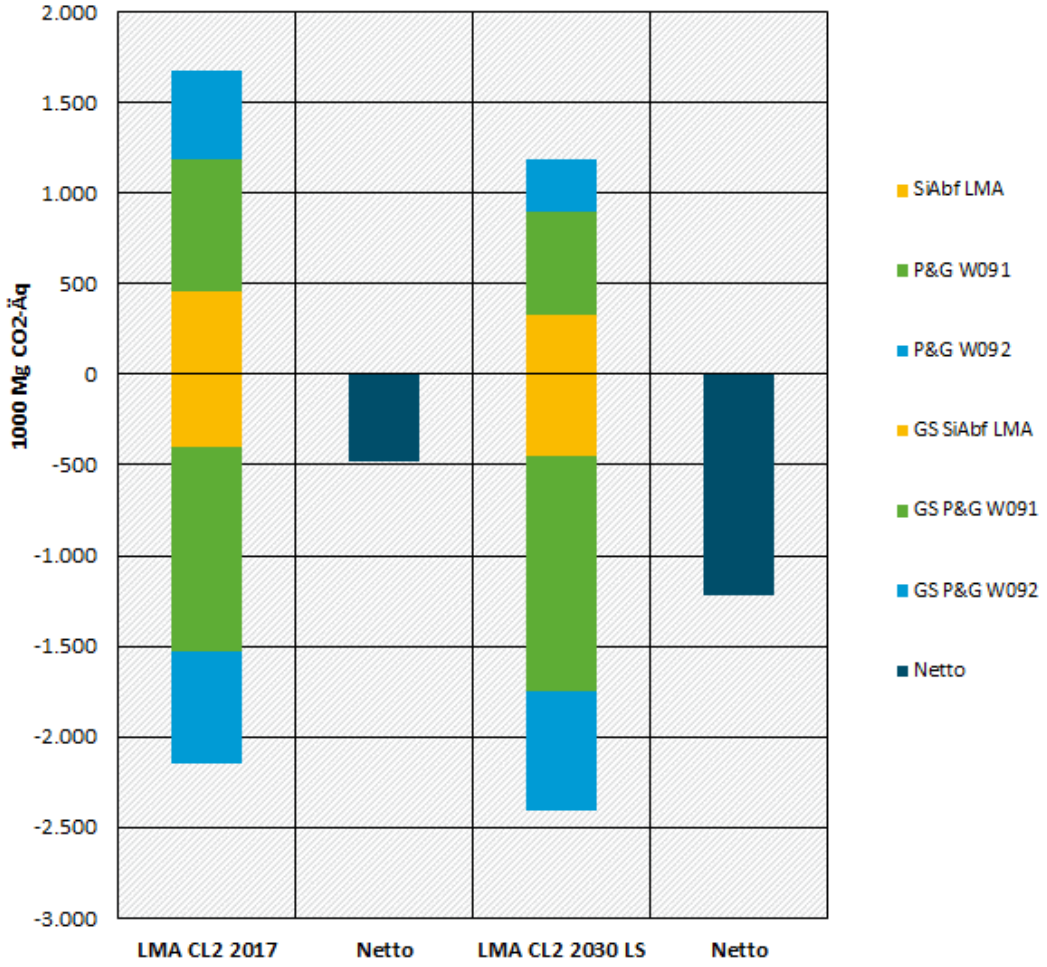
6.4.4 Basisvergleich Cluster 2

In diesem Kapitel werden die THG-Ergebnisse der Ist-Situation für Cluster 2 im Jahr 2017 im Vergleich zu denen des Leitszenarios 2030 dargestellt. Die folgenden Begriffe werden in den Abbildungen verwendet:

- Basis 2017, Cluster 2: "LMA CL2 2017"
- Leitszenario 2030, Cluster 2: "LMA CL2 2030 LS"

Abbildung 28 zeigt einen Vergleich der oben genannten Szenarien als absolute THG-Ergebnisse nach Abfallkategorie und als Gesamtnettoergebnisse. **Die aktuelle Situation im Jahr 2017 zeigt ein absolutes Nettoentlastungspotenzial von rund -0,48 Mio. Tonnen CO_2-Äq**. Die zugrundeliegenden Belastungen belaufen sich auf 1,67 Mio. Tonnen CO_2-Äq und das Entlastungspotenzial auf -2,15 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Wie bei den anderen EU-Bilanzräumen bilden auch bei Cluster 2 die LMA aus P&G-Abfällen den größten Anteil, was sich entsprechend in den THG-Ergebnissen niederschlägt. Darüber hinaus tragen tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle (W091) am meisten zum Entlastungspotenzial bei.

Abbildung 28: Basisvergleich Lebensmittelabfälle Cluster 2



GS: Gutschrift oder Entlastungspotenzial; Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Im Leitszenario 2030 ist das absolute Nettoentlastungspotenzial mit -1,22 Mio. Tonnen CO_2-Äq. deutlich höher. Die Differenz ist vor allem auf die geringeren Belastungen zurückzuführen, die sich auf 1,19 Mio. Tonnen CO_2-Äq belaufen. Gleichzeitig ist das Entlastungspotenzial mit -2,41 Mio. Tonnen CO_2-Äq höher, wenn auch in geringerem Maße. Das absolute Nettoentlastungspotenzial ist im Jahr 2030 deutlich höher, was vor allem auf die Umlenkung von Abfallströmen von der Deponierung, Verbrennung und Kompostierung hin zur Vergärung und energetischen Verwertung zurückzuführen ist. Außerdem spielt die neu eingeführte Behandlung von Speisefetten und -ölen (in W091) zur Biodieselherstellung eine Rolle.

In Tabelle 81 sind die gesamten THG-Nettoergebnisse für Lebensmittelabfälle nach Abfallkategorien in absoluten Werten sowie spezifisch pro Kopf und pro Tonne für die aktuelle Situation im Jahr 2017 und im Leitszenario 2030 (2030 LS) dargestellt.

Die Unterschiede bei den spezifischen Nettoergebnissen nach Abfallkategorien pro Tonne Abfall lassen sich wie folgt erklären:

Das spezifische Nettoentlastungspotenzial ist bei den tierischen und gemischten Nahrungsmittelabfällen (W091) aus P&G-Abfällen am höchsten. Der Hauptbeitrag dazu ergibt sich aus dem hohen Anteil der Vergärung mit der Verwertung des Biogases. Das geringere spezifische Nettoentlastungspotenzial von pflanzlichen Abfällen (W092) ist auf die geringere Ausbeute an Biogas für die Energieerzeugung zurückzuführen. Darüber hinaus trägt die energetische Verwertung dieser beiden Abfallfraktionen zum spezifischen Entlastungspotenzial dieser beiden Abfallfraktionen bei. Damit dies in der Praxis zum Tragen kommt, sind jedoch ein relativ hoher Heizwert von 20,4 MJ/kg und ein gleichzeitiger fossiler Kohlenstoffgehalt von 0 % erforderlich. LMA aus Siedlungsabfällen haben aufgrund des hohen Anteils der Kompostierung (67 %) eine spezifische Nettobelastung im Jahr 2017.

Tabelle 81: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallkategorien - Basisvergleich LMA Cluster 2: Basisjahr 2017 und Leitszenario 2030

Abfallkategorie	Absolut	Absolut	Spezifisch pro Kopf[1]	Spezifisch pro Kopf[1]	Spezifisch pro Tonne	Spezifisch pro Tonne
LMA	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**	**2017**	**2030 LS**
	1.000 Mg CO_2-Äq		kg CO_2-Äq/E		kg CO_2-Äq/Mg	
SiAbf LMA	51	-127	0,3	-0,8	20	-50
P&G W091	-398	-731	-2,5	-4,6	-112	-206
P&G W092	-131	-362	-0,8	-2,3	-35	-96
Summe/Durchschnitt	**-478**	**-1.220**	**-3,0**	**-7,6**	**-48**	**-124**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 160.252.140 in 2017 (Tabelle 27).

Im Leitszenario 2030 ist das spezifische Nettoentlastungspotenzial von W091 gegenüber 2017 in etwa verdoppelt. Hauptgrund ist die neu angesetzte Aufbereitung zu Biodiesel für Speisefette und -öle aus tierischen und gemischten Nahrungsmittelabfällen (W091). Allerdings wird der Anstieg der spezifischen Nettoentlastung durch die Effekte der Defossilisierung gebremst, wobei optimierte Wirkungsgrade für TAB und BMKW dem Effekt etwas entgegenwirken. Bei den Wirkungsgraden der Biogasnutzung in BHKW ist dagegen keine Veränderung angenommen.

Bei LMA aus Siedlungsabfällen verlagert sich das spezifische Nettoergebnis im Leitszenario 2030 von Nettobelastungen zu Entlastungspotenzialen. Der Hauptgrund dafür ist die Umlenkung des Abfallstroms von der Kompostierung zur Vergärung. Der Effekt der Behandlung mit

Soldatenfliegenlarve ist aufgrund der geringen Mengen für das Ergebnis nicht bedeutend. Die spezifische Nettobelastung ist etwas geringer als bei der Kompostierung (vgl. Kapitel 5.5.5).

6.4.5 Szenarien mit Abfallvermeidung

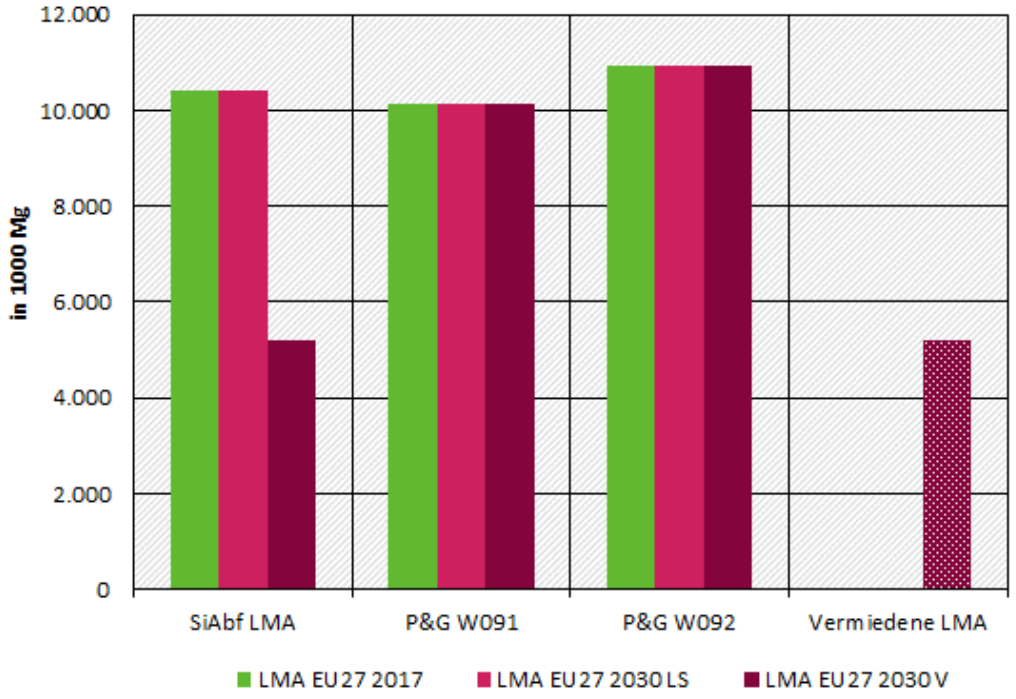
Das Szenario mit Abfallvermeidung zeigt einen methodischen Ansatz zur Integration dieses Aspekts in die Ökobilanz der Abfallwirtschaft. Eine Beschreibung der Probleme, die die Integration erschweren und warum sie bisher nicht oder kaum erfolgt ist, findet sich in Kapitel 6.3.2 und ausführlicher im Teilbericht Deutschland.

Wie allgemein gefordert, muss die Gesamtabfallmenge für einen Vergleich der Ergebnisse auf absoluter Ebene gleich sein. Das Szenario mit Abfallvermeidung ("LMA 2030 V") entspricht dem Leitszenario 2030 ("LMA 2030 LS") mit dem Unterschied, dass zusätzlich angenommen wird, dass in der EU27 und in Cluster 2 50 % der LMA aus Siedlungsabfällen vermieden werden können, während der entsprechende Anteil für Cluster 1 mit 30 % angenommen ist.

Insgesamt beläuft sich die Vermeidung für die EU27 auf etwa 5,2 Mio. Tonnen LMA oder etwa 17 % der gesamt betrachteten Abfallmenge[51]. In den Clustern 1 und 2 sind dies 0,20 bzw. 1,26 Mio. Tonnen LMA, d. h. rund 7 % bzw. 13 % der jeweiligen Gesamtmenge.

Abbildung 29 zeigt die Menge nach Abfallkategorie aus dem Basisvergleich im Vergleich zum Szenario mit Abfallvermeidung am Beispiel der EU27. Die vermiedene Abfallmenge ist in der Abbildung als gestrichelter Balken dargestellt und wird für die LMA aus Siedlungsabfällen entsprechend reduziert. Dies geschieht entsprechend in den Szenarien mit Abfallvermeidung für Cluster 1 und Cluster 2.

Abbildung 29: Szenario mit Abfallvermeidung - Abfallerzeugung EU27



Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

[51] Für Deutschland werden auch 50 % der Abfallvermeidung berücksichtigt, was aufgrund des höheren Anteils an LMA aus Siedlungsabfällen in Deutschland 31 % der Gesamtmenge an LMA entspricht (siehe auch Teilbericht Deutschland).

Abbildung 30 bis Abbildung 32 zeigen die Ergebnisse für das Szenario mit Abfallvermeidung "LMA 2030 V" im Vergleich zu den Ergebnissen aus dem Basisvergleich als absolute Nettoergebnisse je Abfallkategorie. Im Gegensatz zu den zuvor dargestellten Ergebnissen des Basisvergleichs werden hier die Ergebnisse als Nettowerte pro Abfallkategorie dargestellt (Differenz der Belastungen und Gutschriften pro Abfallkategorie).

Die Ergebnisse für die Szenarien mit Abfallvermeidung zeigen deutlich höhere Nettoentlastungspotenziale als im Basisvergleich. Trotz der Datenunsicherheiten wird deutlich, dass die Abfallvermeidung einen sehr großen Beitrag zum Klimaschutz leistet. Bei der Vermeidung von Lebensmittelabfällen wird die Primärproduktion von Lebensmitteln vermieden, was mit deutlich höheren THG-Emissionen verbunden ist als die Einsparpotenziale, die sich aus der Behandlung von LMA ableiten lassen. Bei der Vermeidung von LMA kann das ursprüngliche Primärprodukt vermieden werden, während bei der biologischen Behandlung nicht das eigentliche Produkt ersetzt wird, sondern andere Produkte wie Energie und Kompost, wobei immer Verluste auftreten.

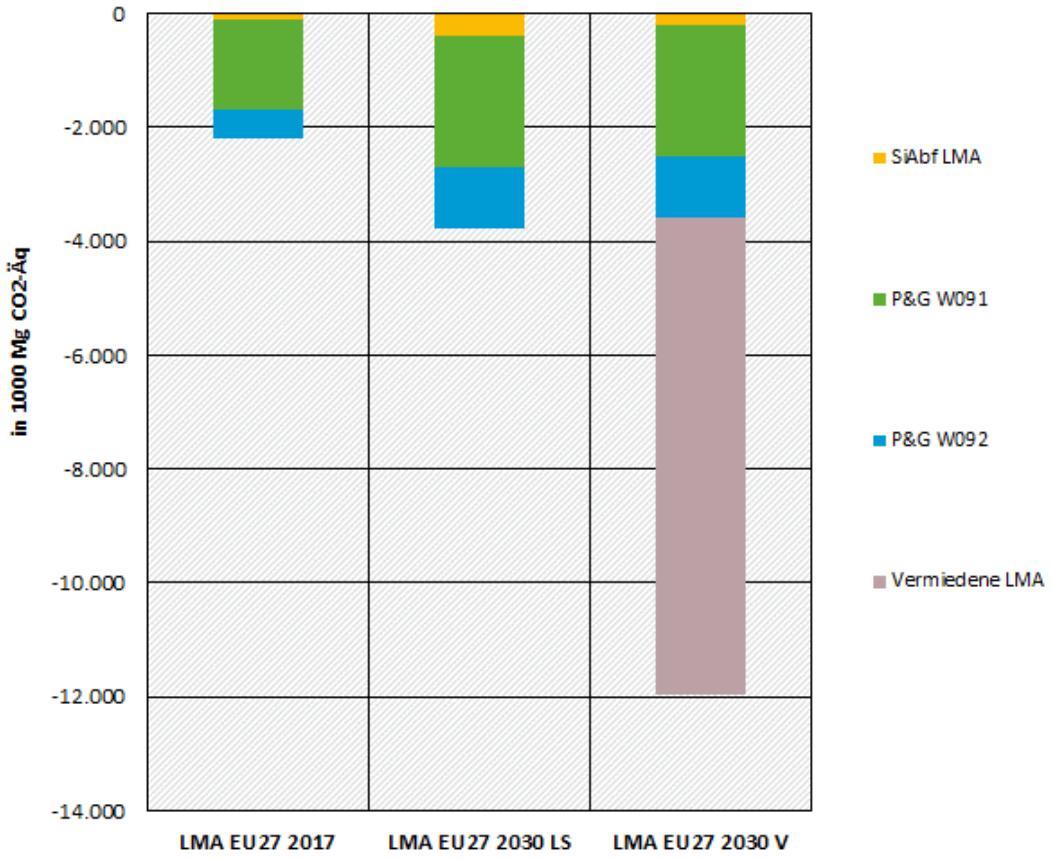
Die **absoluten Nettoentlastungspotenziale sind**:

- rund **-12 Mio. Tonnen CO_2-Äq** für die EU27
- rund **-0,7 Mio. Tonnen CO_2-Äq** für Cluster 1
- rund **-3,2 Mio. Tonnen CO_2-Äq** für Cluster 2

Im Falle der EU27 ist das Nettoentlastungspotenzial ca. um den Faktor 3 höher als im Leitszenario "LMA EU27 2030 LS". Für Cluster 1 ist das Nettoentlastungspotenzial durch die Abfallvermeidung etwa doppelt so hoch und für Cluster 2 ca. um den Faktor 2,6 höher als im jeweiligen Leitszenario.

Die deutlich höheren Nettoentlastungspotenziale ergeben sich aus der Relevanz der Lebensmittelabfallvermeidung. Einerseits werden diese für 7 %, 13 % und 17 % der gesamten LMA für Cluster 1, Cluster 2 bzw. EU27 angesetzt. Andererseits ist das spezifische Nettoentlastungspotenzial für die Vermeidung von LMA mit -1,61 kg CO_2-Äq/kg $LMA_{vermieden}$ vergleichsweise hoch.

Abbildung 30: Szenario mit Abfallvermeidung LMA EU27 - absolute Nettoergebnisse nach Abfallkategorien



Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Abbildung 31: Szenario LMA-Vermeidung Cluster 1 - absolute Nettoergebnisse Abfallkategorien

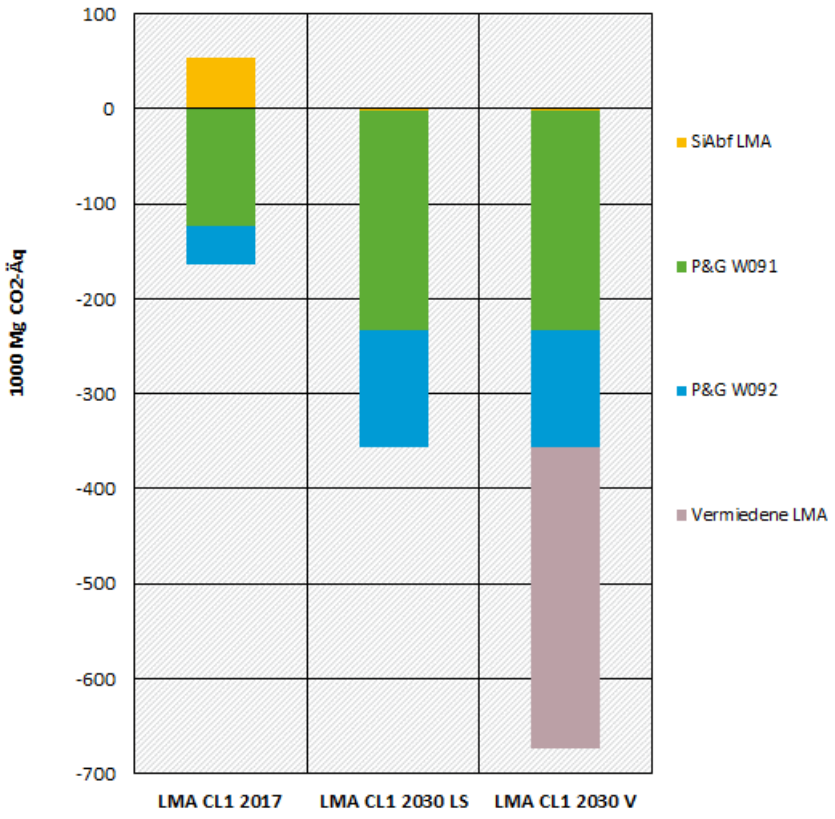
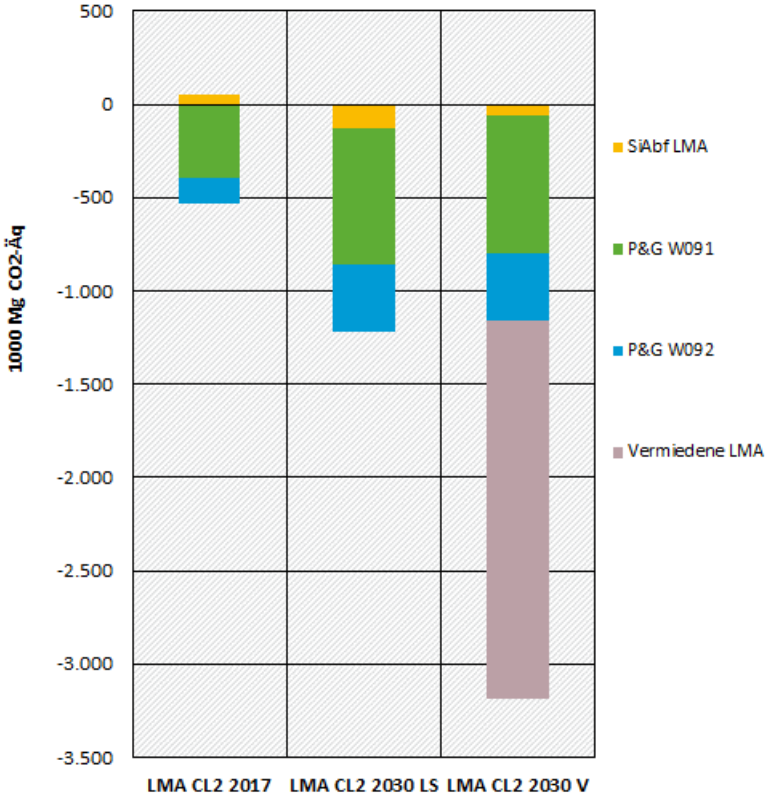


Abbildung 32: Szenario LMA-Vermeidung Cluster 2 - absolute Nettoergebnisse Abfallkategorien



7 Produktions- und Gewerbeabfälle

P&G-Abfälle werden in dieser Studie überschlägig berechnet. Die Vorgehensweise bei der Erhebung der Basisdaten wird im Folgenden beschrieben. Die abgeleiteten Abfallmengen stehen für den Letztverbleib. Soweit Sortieraufwendungen aus der Erstbehandlung relevant und abbildbar sind, wie bei den trockenen Wertstoffen, werden die Inputmengen auf Basis der Sortierverluste rückberechnet.

7.1 Abfallaufkommen und -behandlung

7.1.1 Methodik

Aufkommen an P&G-Abfällen

Wie in Kapitel 3 beschrieben, umfasst der Abfallstrom **Produktions- und Gewerbeabfälle** in dieser Studie die nicht-gefährlichen Abfälle aus dem "Verarbeitenden Gewerbe" (NACE C) und aus dem Bereich "Dienstleistungen" (NACE-Abschnitte G - U ohne G46.77).

Sie umfasst außerdem:

- Hausmüll und ähnliche Abfälle (W101) aus allen Wirtschaftszweigen;
- Tierische und pflanzliche Abfälle (W091, W092) aus allen Wirtschaftszweigen außer *"Land- und Forstwirtschaft, Fischerei*" (NACE A).

Die Studie beschränkt sich auf Primärabfälle und schließt die Abfallkategorien „Textilabfälle“ (W076), „Ausrangierte Fahrzeuge“ (W081), „Ausrangierte Geräte“ (W08A), „Batterien und Akkumulatoren“ (W0841) und „gewöhnliche Schlämme“ (W11) aus. Ausgeschlossen sind ferner „Schlämme von Industrieabwässern“ (W032), mit Ausnahme der Schlämme aus der Papierindustrie, die unter diese Abfallkategorie fallen.

Das Gesamtaufkommen an Produktions- und Gewerbeabfällen wird auf der Grundlage der auf das Bezugsjahr 2017 hochgerechneten WStatR-Daten durch Addition der Mengen für die Abfallkategorien und NACE-Sektoren, die gemäß dem festgelegten Anwendungsbereich erfasst werden, ermittelt. Der Umfang des P&G-Abfallstroms ist in Tabelle 147 im Anhang dargestellt.

In einem weiteren Schritt wird das ermittelte Aufkommen an P&G-Abfällen um die Überschneidung mit dem Abfallstrom Siedlungsabfälle bereinigt, um Doppelzählungen zu vermeiden. Zu den Siedlungsabfällen gehören Abfälle aus gewerblichen Tätigkeiten, Einrichtungen und anderen Quellen, die den Abfällen aus Haushalten ähnlich sind und daher zusammen mit den Abfällen aus Haushalten gesammelt und entsorgt werden. Für die Zwecke dieser Studie werden diese Abfälle den Siedlungsabfällen zugerechnet und dementsprechend von den Abfällen aus Produktion und Gewerbe abgezogen.

Diese Anpassung erfolgt auf der Ebene der EU27 (ohne DE) für diejenigen EAK-Stat-Schlüssel, die Siedlungsabfälle enthalten. Zu diesem Zweck wurden die Materialfraktionen der Siedlungsabfälle nach den EAK-Stat-Schlüsseln gruppiert (siehe Anhang A.2.2) gruppiert und dann mit den WStatR-Daten der jeweiligen Kategorien verglichen. Die Details und Ergebnisse der Abgrenzung sind in Anhang A.6.2 dargestellt. Für Deutschland erfolgt die Bereinigung separat, wie im Teilbericht Deutschland beschrieben.

Behandlung von P&G-Abfällen

Die Schätzung der Behandlung von P&G-Abfällen basiert auf den WStatR-Behandlungsdaten für das Bezugsjahr 2016. Es wird davon ausgegangen, dass sich die Behandlung von 2016 bis 2017

nicht verändert hat, was bedeutet, dass der Anteil der Behandlungsverfahren für jeden EAK-Stat-Schlüssel gleichgeblieben ist.

Der Behandlungsmix wurde auf der Ebene des EU27-Aggregats (ohne DE) bestimmt. Die Behandlungsdaten für Deutschland wurden hinzugefügt, um das EU27-Aggregat zu bilden. Die Verwendung der WStatR-Daten zur genauen Bestimmung der Behandlung der in der EU erzeugten Abfälle wird durch die folgenden Merkmale der WStatR-Daten erschwert:

- Die Behandlungsdaten können nicht mit den Wirtschaftszweigen verknüpft werden, die die Abfälle erzeugen. Das bedeutet, dass der Behandlungsmix für einen bestimmten EAK-Stat-Schlüssel die Behandlung der jeweiligen Abfallkategorie aus allen Wirtschaftszweigen widerspiegelt. Es ist nicht möglich, spezifische Behandlungsdaten für P&G-Abfälle abzurufen. Daher wird davon ausgegangen, dass der Behandlungsmix für jeden EAK-Stat-Schlüssel derselbe ist, unabhängig von der Herkunft des Abfalls (für weitere Einzelheiten siehe Kapitel 7.1.3).
- Die behandelten Abfallmengen entsprechen nicht den erzeugten Mengen, weder auf der Ebene der EAK-Stat-Kategorien noch auf der Ebene der Gesamtabfallmenge. Die Gründe für diese Ungleichgewichte und die damit verbundenen Qualitätsprobleme werden zusammen mit den Ergebnissen in Kapitel 7.1.3 beschrieben.

Lücken in den WStatR-Behandlungsdaten, die sich aus der Vertraulichkeit der Daten ergaben, wurden durch Schätzungen geschlossen. Da die Datenlücken meist gering waren, sind die Auswirkungen der Schätzungen auf die Datengenauigkeit zu vernachlässigen.

7.1.2 Aufkommen an P&G-Abfällen

Tabelle 82 zeigt das geschätzte Aufkommen an Produktions- und Gewerbeabfällen für die EU27 (ohne DE) nach Wirtschaftszweigen und nach EAK-Stat-Schlüsseln. Die Daten für Deutschland sind in Tabelle 83 dargestellt. Das EU27-Aggregat, d. h. die Summe beider Datensätze, wird in Tabelle 84 wiedergegeben.

Das Gesamtaufkommen an Produktions- und Gewerbeabfällen in der EU27 wird auf 245 Millionen Tonnen geschätzt, von denen 47,1 Millionen Tonnen aus Deutschland stammen, was einem Anteil von 19,2 % entspricht.

Der wichtigste abfallerzeugende Wirtschaftszweig ist die Metallindustrie (NACE C24-C25), auf die 24 % des Abfallaufkommens entfallen, gefolgt von der Chemischen Industrie (NACE C20-C22) mit 18 %, dem Dienstleistungssektor mit 14 % und der Lebensmittel- und Getränkeindustrie (NACE C10-C12) mit einem Anteil von 12 % (siehe Abbildung 34).

Die Abfallkategorie mit der höchsten Menge ist der EAK-Stat-Schlüssel W12B mit der eher unspezifischen Bezeichnung "Sonstige mineralische Abfälle" (siehe Abbildung 33). Auf diese Abfallkategorie entfallen 62,8 Millionen Tonnen bzw. 26 % des gesamten Abfallaufkommens aus Produktion und Gewerbe. Die Abfallkategorie umfasst eine Vielzahl von mineralischen Abfällen (48 nicht-gefährliche EAV-Einträge), darunter Abfälle aus der mineralgewinnenden Industrie, Abfälle aus der Herstellung von Glas, Keramik und Zement, Gusskerne und -formen aus dem Guss von Eisen- und Nichteisenwerkstücken sowie Auskleidungen und feuerfeste Materialien aus thermischen Prozessen. Obwohl der Bergbausektor nicht zu den Wirtschaftssektoren gehört, die für den P&G-Abfallstrom betrachtet werden, können Abfälle aus dem Bergbau dennoch erhebliche Mengen beitragen, wenn Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes auch im Bergbau tätig sind.

Weitere wichtige Abfallkategorien sind Metallabfälle (W06) und Verbrennungsrückstände (W124) mit einem Anteil von jeweils 14 % sowie tierische und pflanzliche Abfälle (W091, W092), die 13 % des Abfallaufkommens von Produktion und Gewerbe ausmachen.

Der Anteil der in Deutschland erzeugten Abfälle ist besonders hoch in der Chemischen Industrie, wo die Abfälle aus Deutschland etwa 61 % des EU-Gesamtaufkommens ausmachen, und bei der Abfallkategorie "Sonstige mineralische Abfälle" (12B) mit einem Anteil von 43 % am EU-Gesamtaufkommen. Die Daten deuten darauf hin, dass beide Beobachtungen miteinander zusammenhängen und auf sehr große Mengen von Abfällen aus dem Abbau von nichtmetallhaltigen Mineralien (EAV 01 01 02) zurückzuführen sind, die von Unternehmen der Chemischen Industrie erzeugt werden.

Tabelle 82: Aufkommen an P&G-Abfällen nach Abfallkategorie und Wirtschaftszweig in der EU27 (ohne DE), 2017, in 1.000 Mg

EAK-Stat Kategorie		C10-C12	C13-C15	C16	C17_C18	C19	C20-C22	C23	C24_C25	C26-C30	C31-C33	G-U (ohne 46.77)	A, B, D, E, G46.77	P&G insgesamt
Code	Beschreibung	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln; Getränkeherstellung und Tabakverarbeitung	Herstellung von Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus; Herstellung von Druckerzeugnissen; ...	Kokerei und Mineralölverarbeitung	Herstellung von chemischen und pharmazeutischen Erzeugnissen, Gummi- und Kunststoffwaren	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektron. und opt. Erzeugnissen, Maschinen, sonstiger Fahrzeugbau	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Spielwaren; Reparatur und Installation von Maschinen	Dienstleistungen (ohne Großhandel mit Altmaterial und Reststoffen)	Andere Wirtschaftszweige	Produktions- und Gewerbeabfälle
W012	Säuren, Laugen oder Salze	4	1	0	513	535	969	12	350	9	2	12	:	2.407
W02A	Chemische Abfälle	56	262	44	748	62	1.795	14	175	103	41	80	:	3.380
W032	Schlämme von Industrieabwässern	:	:	:	1.037	:	:	:	:	:	:	:	:	1.037
W05	Krankenhausabfälle	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0	340	:	348
W061	Metallische Abfälle, eisenhaltig	127	40	106	86	54	265	317	11.225	6.058	367	7.428	:	26.071
W062	Metallische Abfälle, nicht eisenhaltig	9	3	9	27	4	36	6	1.375	553	27	149	:	2.199
W063	Metallische Abfälle, eisenhaltig und nicht eisenhaltig gemischt	112	14	30	75	27	131	61	1.177	652	108	253	:	2.640
W071	Glasabfälle	352	14	25	1	0	53	1.291	22	31	10	0	:	1.800
W072	Papier- und Pappeabfälle	1.034	213	46	4.557	6	541	100	257	813	258	4.323	:	12.149
W073	Gummiabfälle	9	5	1	0	1	129	2	3	5	5	1.365	:	1.524
W074	Kunststoffabfälle	594	150	40	282	9	1.588	77	145	488	119	0	:	3.492
W075	Holzabfälle	210	51	10.761	2.651	10	386	183	296	648	1.885	2.172	:	19.254
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle (ohne Gülle und Mist)	18.980	21	115	64	18	743	10	10	29	22	4.069	5.163[1)]	29.245
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle	572	75	69	120	10	323	88	216	266	188	6.232	2.624	10.785
W102	Gemischte und undifferenzierte Materialien	2.350	238	153	3.269	42	1.987	740	2.996	811	312	3.353	:	16.249
W124	Verbrennungsrückstände	368	6	1.003	831	55	1.173	319	24.343	195	120	1.053	:	29.466
W12B	Andere mineralische Abfälle	2.831	7	26	172	4.721	6.686	10.226	8.556	649	119	1.734	:	35.726
Insgesamt		**27.612**	**1.101**	**12.427**	**14.434**	**5.553**	**16.808**	**13.447**	**51.145**	**11.309**	**3.582**	**32.563**	**7.788**	**197.770**

„:“ Abfälle werden nicht als Produktions- und Gewerbeabfälle betrachtet (siehe Definition des Untersuchungsumfangs)

1) ohne Abfälle der NACE A

Tabelle 83: Aufkommen an P&G-Abfällen nach Abfallkategorie und Wirtschaftszweig in Deutschland, 2017, in 1.000 Mg

EAK-Stat Kategorie		C10-C12	C13-C15	C16	C17_C18	C19	C20-C22	C23	C24_C25	C26-C30	C31-C33	G-U (ohne 46.77)	A, B, D, E, G46.77	P&G insgesamt
Code	Beschreibung	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln; Getränkeher-stellung und Tabakverarbei-tung	Herstellung von Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus; Herstel-lung von Druck-erzeugnissen; ...	Kokerei und Mineralölverar-beitung	Herstellung von chemischen und pharmazeuti-schen Erzeugnissen, Gummi- und Kunststoffwaren	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnis sen	Herstellung von Datenverarbei-tungsgeräten, elektron. und opt. Erzeugnis-sen, Maschinen, sonstiger Fahrzeugbau	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musik-instrumenten, Spielwaren; Reparatur und Installation von Maschinen	Dienstleistungen (ohne Großhandel mit Altmaterial und Reststoffen)	Andere Wirtschafts-zweige	Produktions- und Gewerbe-abfälle
W012	Säuren, Laugen oder Salze	18	0	0	10	1	177	18	21	22	0	5	:	272
W02A	Chemische Abfälle	11	4	5	38	11	94	5	82	33	11	53	:	348
W032	Schlämme von Industrieabwässern	:	:	:	730	:	:	:	:	:	:	:	:	730
W05	Krankenhausabfälle	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	358	:	360
W061	Metallische Abfälle, eisenhaltig	2	3	9	18	0	12	27	1.247	747	102	217	:	2.384
W062	Metallische Abfälle, nicht eisenhaltig	0	0	0	1	0	5	2	144	153	12	72	:	391
W063	Metallische Abfälle, eisenhaltig und nicht eisenhaltig gemischt	7	1	1	4	0	6	0	9	2	1	19	:	48
W071	Glasabfälle	183	0	6	3	0	23	153	20	5	14	0	:	407
W072	Papier- und Pappeabfälle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	:	0
W073	Gummiabfälle	0	0	0	1	0	142	2	73	8	11	332	:	570
W074	Kunststoffabfälle	93	12	7	44	5	172	57	40	75	24	0	:	529
W075	Holzabfälle	20	4	2.619	270	0	66	75	91	220	262	0	:	3.627
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle (ohne Gülle und Mist)	1.720	2	42	7	0	437	2	7	20	79	804	428[1)]	3.548
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
W102	Gemischte und undifferenzierte Materialien	525	17	68	1.529	1	271	29	143	169	57	49	:	2.858
W124	Verbrennungsrückstände	46	0	64	203	38	146	136	3.105	31	8	193	:	3.971
W12B	Andere mineralische Abfälle	11	1	0	9	1	24.212	237	2.102	166	37	257	:	27.033
Insgesamt		**2.637**	**43**	**2.823**	**2.867**	**59**	**25.766**	**742**	**7.085**	**1.650**	**618**	**2.360**	**428**	**47.078**

„:“ Abfälle werden nicht als Produktions- und Gewerbeabfälle betrachtet (siehe Definition des Untersuchungsumfangs)

1) ohne Abfälle der NACE A

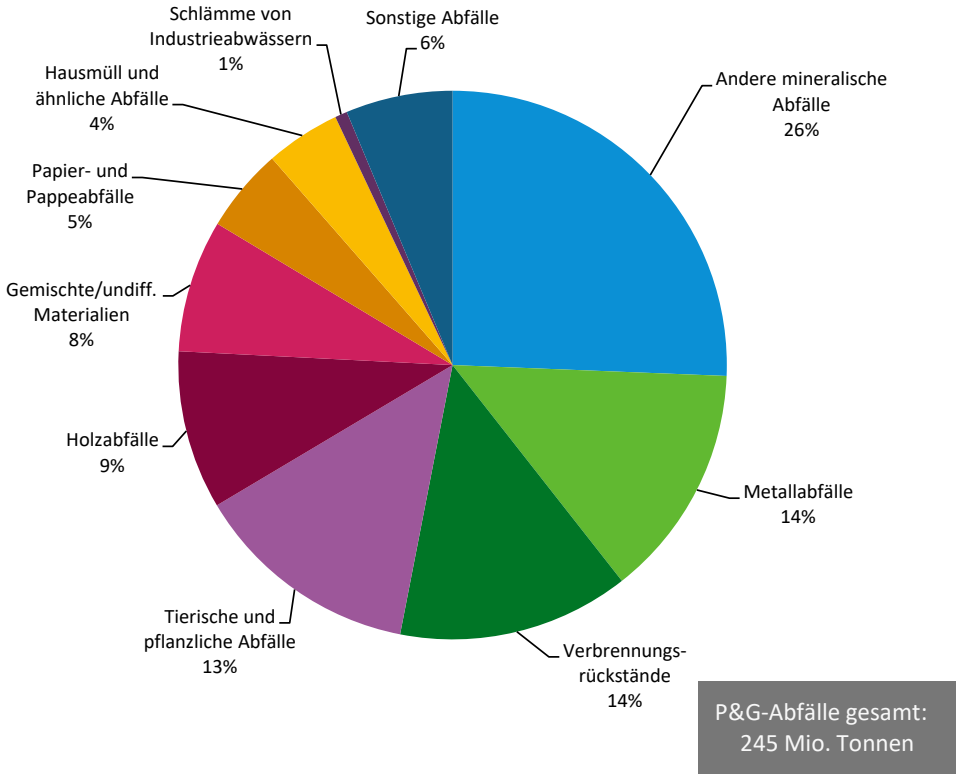
Tabelle 84: Aufkommen an P&G-Abfällen nach Abfallkategorie und Wirtschaftszweig in der EU27, 2017, in 1.000 Mg

EAK-Stat Kategorie		C10-C12	C13-C15	C16	C17_C18	C19	C20-C22	C23	C24_C25	C26-C30	C31-C33	G-U (ohne 46.77)	A, B, D, E, G46.77	P&G gesamt
Code	Beschreibung	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln; Getränkeherstellung und Tabakverarbeitung	Herstellung von Textilien, Bekleidung, Leder, Lederwaren und Schuhen	Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus; Herstellung von Druckerzeugnissen; ...	Kokerei und Mineralölverarbeitung	Herstellung von chemischen und pharmazeutischen Erzeugnissen, Gummi- und Kunststoffwaren	Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektron. und opt. Erzeugnissen, Maschinen, sonstiger Fahrzeugbau	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Spielwaren; Reparatur und Installation von Maschinen	Dienstleistungen (ohne Großhandel mit Altmaterial und Reststoffen)	Andere Wirtschaftszweige	Produktions- und Gewerbeabfälle
W012	Säuren, Laugen oder Salze	23	1	0	523	536	1.145	30	371	31	2	17	:	2.679
W02A	Chemische Abfälle	67	266	49	787	73	1.889	20	257	135	52	133	:	3.728
W032	Schlämme von Industrieabwässern	:	:	:	1.767	:	:	:	:	:	:	:	:	1.767
W05	Krankenhausabfälle	2	0	0	0	0	8	0	0	0	0	698	:	708
W061	Metallische Abfälle, eisenhaltig	130	43	114	104	54	277	343	12.473	6.805	469	7.645	:	28.456
W062	Metallische Abfälle, nicht eisenhaltig	9	3	9	28	4	41	8	1.519	706	39	222	:	2.589
W063	Metallische Abfälle, eisenhaltig und nicht eisenhaltig gemischt	118	15	31	78	27	137	61	1.186	654	109	271	:	2.688
W071	Glasabfälle	535	14	31	4	0	76	1.444	42	36	24	0	:	2.207
W072	Papier- und Pappeabfälle	1.034	213	46	4.557	6	541	100	257	813	258	4.323	:	12.149
W073	Gummiabfälle	10	5	1	1	1	271	4	76	13	16	1.697	:	2.094
W074	Kunststoffabfälle	687	162	47	326	14	1.760	134	185	563	143	0	:	4.022
W075	Holzabfälle	229	55	13.380	2.922	10	452	258	387	868	2.147	2.172	:	22.881
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle (ohne Gülle und Mist)	20.700	23	158	71	18	1.179	12	16	49	102	4.874	5.591[1)]	32.793
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle	572	75	69	120	10	323	88	216	266	188	6.232	2.624	10.785
W102	Gemischte und undifferenzierte Materialien	2.875	254	220	4.798	44	2.258	769	3.139	979	369	3.402	:	19.108
W124	Verbrennungsrückstände	414	7	1.068	1.034	93	1.319	456	27.448	226	128	1.245	:	33.436
W12B	Andere mineralische Abfälle	2.842	8	26	181	4.722	30.898	10.463	10.658	814	156	1.991	:	62.759
Insgesamt		**30.248**	**1.144**	**15.250**	**17.302**	**5.612**	**42.574**	**14.189**	**58.230**	**12.959**	**4.200**	**34.923**	**8.216**	**244.848**

„:“ Abfälle werden nicht als Produktions- und Gewerbeabfälle betrachtet (siehe Definition des Untersuchungsumfangs)

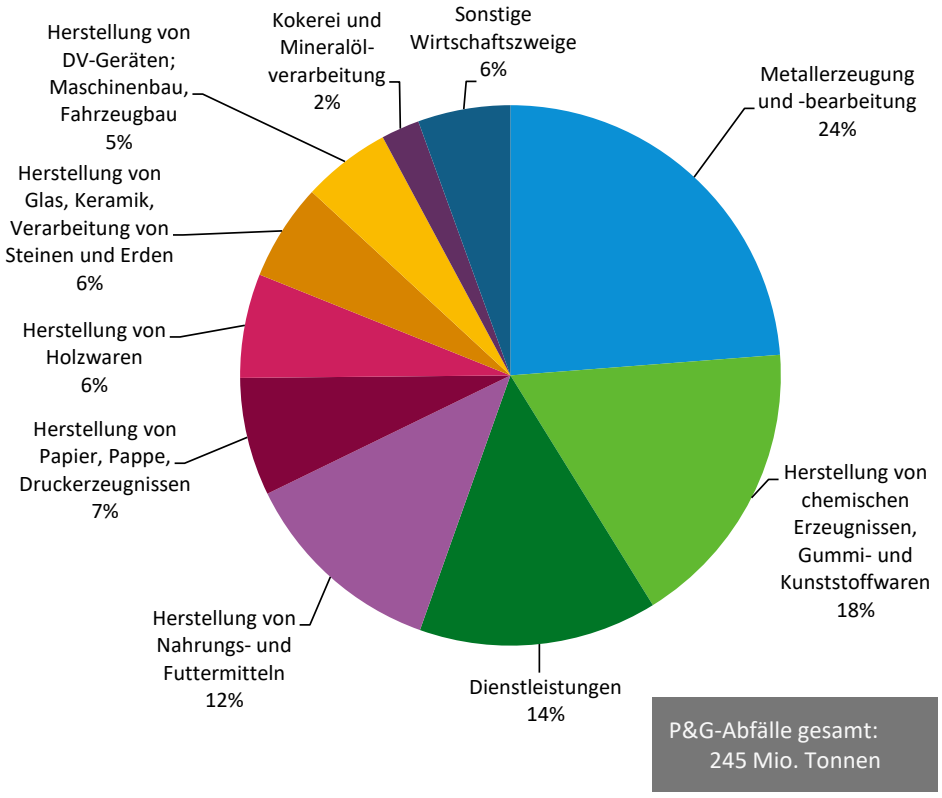
1) ohne Abfälle der NACE A

Abbildung 33: Aufschlüsselung des P&G-Abfallaufkommens nach Abfallkategorien, EU27, 2017



Quelle: eigene Darstellung, Argus.

Abbildung 34: Aufschlüsselung des P&G-Abfallaufkommens nach Wirtschaftszweigen, EU27, 2017



Quelle: eigene Darstellung, Argus.

7.1.3 Behandlung der P&G-Abfälle

Wie in Kapitel 7.1.1 beschrieben, basiert die Schätzung der P&G-Abfallbehandlung für die EU27 (ohne DE) auf den WStatR-Behandlungsdaten für das Bezugsjahr 2016. Der Behandlungsmix pro EAK-Stat-Schlüssel aus dem Jahr 2016 wird als Schätzung für die Behandlung im Jahr 2017 verwendet. Die behandelten Mengen für 2017 werden dann durch Multiplikation des im vorigen Kapitel bestimmten Abfallaufkommens je EAK-Stat-Schlüssel (siehe Tabelle 82) mit dem entsprechenden Behandlungsmix bestimmt.

Tabelle 85 zeigt den Anteil der sechs WStatR-Behandlungskategorien für jeden EAK-Stat-Schlüssel auf der Ebene der EU27 (ohne DE). Wie bereits in Kapitel 7.1.1erwähnt, beziehen sich die Behandlungsanteile auf Abfälle aus allen Wirtschaftszweigen und spiegeln nicht speziell die Behandlung von Produktions- und Gewerbeabfällen wider. In Ermangelung spezifischerer Informationen wird dieser allgemeine Behandlungsmix als die beste verfügbare Schätzung betrachtet.

Tabelle 85: Behandlungsmix nach Abfallkategorie für die EU27 (ohne DE), basierend auf Daten für 2016, in Gewichts-%

EAK-Stat		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbrennung (D10)	Deponierung	Sonstige Beseitigung	Abfallbehandlung
Code	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	TRT
W012	Säuren, Laugen oder Salze	61,2 %	0,0 %	0,3 %	<0,05 %	11,8 %	26,7 %	100 %
W02A	Chemische Abfälle	46,6 %	1,2 %	3,4 %	4,6 %	44,1 %	<0,05 %	100 %
W032	Schlämme von Industrieabwässern	39,1 %	0,9 %	13,6 %	4,5 %	41,1 %	0,9 %	100 %
W05	Krankenhausabfälle	2,1 %	0,0 %	43,2 %	35,5 %	19,2 %	0,0 %	100 %
W061	Metallische Abfälle, eisenhaltig	99,9 %	<0,05 %	<0,05 %	<0,05 %	<0,05 %	<0,05 %	100 %
W062	Metallische Abfälle, nicht eisenhaltig	99,9 %	<0,05 %	<0,05 %	<0,05 %	0,1 %	<0,05 %	100 %
W063	Metallische Abfälle, eisenhaltig und nicht eisenhaltig gemischt	99,9 %	<0,05 %	<0,05 %	<0,05 %	0,1 %	<0,05 %	100 %
W071	Glasabfälle	97,8 %	<0,05 %	<0,05 %	<0,05 %	1,7 %	0,0 %	100 %
W072	Papier- und Pappeabfälle	98,9 %	<0,05 %	0,7 %	<0,05 %	0,3 %	0,0 %	100 %
W073	Gummiabfälle	62,2 %	0,9 %	36,4 %	<0,05 %	0,2 %	0,2 %	100 %
W074	Kunststoffabfälle	74,9 %	1,0 %	18,5 %	0,5 %	5,2 %	<0,05 %	100 %
W075	Holzabfälle	55,7 %	<0,05 %	42,4 %	0,7 %	1,2 %	<0,05 %	100 %
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle (ohne Gülle und Mist)	93,0 %	<0,05 %	4,1 %	0,5 %	2,0 %	0,3 %	100 %
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle	18,0 %	<0,05 %	35,5 %	4,9 %	41,6 %	<0,05 %	100 %
W102	Gemischte und undifferenzierte Materialien	40,2 %	1,1 %	24,3 %	1,7 %	32,4 %	0,2 %	100 %
W124	Verbrennungsrückstände	43,4 %	5,3 %	0,1 %	<0,05 %	49,3 %	2,0 %	100 %
W12B	Andere mineralische Abfälle	8,5 %	5,2 %	<0,05 %	<0,05 %	77,7 %	8,6 %	100 %

Tabelle 85 zeigt hohe Recyclingquoten für einige Abfallkategorien. Obwohl eine falsche Klassifizierung der Behandlungsverfahren und eine überhöhte Angabe der recycelten Mengen

durch die Länder nicht ausgeschlossen werden kann, können die folgenden Aspekte zur Erkärung der hohen Quoten beitragen:

- Es ist wichtig zu beachten, dass sich das WStatR-Konzept auf den Letztverbleib von Abfällen konzentriert und bestimmte Vorbehandlungsverfahren nicht abdeckt (siehe Kapitel 3.2.3). Die Behandlungsdaten spiegeln daher hauptsächlich den Input in den Letztverbleib bzw. den Output aus der Vorbehandlung wider, bei dem Verunreinigungen in verwertbaren Abfällen bereits entfernt wurden. Dies kann die hohen Recyclingquoten insbesondere für Metallabfälle erklären.
- Die Behandlungskategorie "Recycling" in der EU-Statistik umfasst alle Verwertungsverfahren mit Ausnahme der Verfüllung und der energetischen Verwertung. Andere Verwertungsverfahren als die energetische Verwertung und die Verfüllung, die möglicherweise nicht der rechtlichen Definition von Recycling in der Abfallrahmenrichtlinie entsprechen, werden daher in der EU-Statistik ebenfalls unter "Recycling" erfasst.
- Schließlich bezieht sich der angegebene Behandlungsmix nur auf nicht gefährliche Abfälle.

Tabelle 86 zeigt die Schätzung für die Behandlung von P&G-Abfall für die EU27 (ohne DE) im Jahr 2017. Die Daten für Deutschland, die dem Teilbericht Deutschland entnommen sind, werden in Tabelle 87 dargestellt. Das resultierende EU27-Aggregat ist in Tabelle 88 ausgewiesen.

Die Gesamtmenge der behandelten Abfälle in der EU27 beläuft sich im Jahr 2017 auf 245 Millionen Tonnen. Etwa 123 Millionen Tonnen oder 50 % dieser Gesamtmenge werden recycelt, 82 Millionen Tonnen (34 %) werden auf Deponien entsorgt und 28 Millionen Tonnen (11 %) werden mit Energierückgewinnung verbrannt. Auf Verfüllung, Verbrennung und sonstige Beseitigung entfallen zusammen 5 % der behandelten Abfälle (siehe Abbildung 45).

In Deutschland ist der Anteil der recycelten Abfälle mit 21 % deutlich geringer als auf EU27-Ebene. Dies ist auf den hohen Anteil an "Sonstigen mineralischen Abfällen" (W12B) zurückzuführen, die auf Deponien abgelagert werden. In Deutschland macht allein die Deponierung der "Sonstigen mineralischen Abfälle" 57 % der behandelten Gesamtmenge aus.

Die vergleichsweise geringen Mengen an nicht-mineralischen Abfällen, die von den EU27-Ländern (ohne DE) unter der Behandlungskategorie "Verfüllung" angegeben werden, sind vermutlich Fehlklassifizierungen und werden für die THG-Bilanz als deponiert betrachtet.

Die beträchtliche Menge von 0,6 Millionen Tonnen " Säuren, Laugen oder Salze " (W012), die von den EU27-Ländern (ohne DE) unter "Sonstige Beseitigung" gemeldet wurde, lässt sich hauptsächlich durch die Lagerung von Schlämmen und flüssigen Abfällen aus der Chemischen Industrie in Absetzteichen erklären. Diese Art der Lagerung fällt unter das Behandlungsverfahren D4 "Oberflächenaufbringung (z.B. Ableitung flüssiger oder schlammiger Abfälle in Gruben, Teiche oder Lagunen usw.)" und wird daher korrekt der "Sonstigen Beseitigung" zugeordnet. Die gleiche Erklärung gilt vermutlich auch für die "Sonstigen mineralischen Abfälle" (W12B), die unter "Sonstige Beseitigung" ausgewiesen werden. Diese Vermutung konnte jedoch nicht überprüft werden.

Tabelle 86: Behandlung von P&G-Abfällen in der EU27 (ohne DE), 2017, in 1.000 Mg

EAK-Stat		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbren-nung (D10)	Deponierung	Sonstige Beseitigung	Abfallbe-handlung
Code	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	TRT
W012	Säuren, Laugen oder Salze	1.472	0	8	1	284	642	2.407
W02A	Chemische Abfälle	1.574	42	115	157	1.492	0	3.380
W032	Schlämme von Industrieabwässern	0	0	1.037	0	0	0	1.037
W05	Krankenhausabfälle	7	0	150	124	67	0	348
W061	Metallische Abfälle, eisenhaltig	26.049	11	0	1	11	0	26.071
W062	Metallische Abfälle, nicht eisenhaltig	2.196	0	0	0	3	0	2.199
W063	Metallische Abfälle, eisenhaltig und nicht eisenhaltig gemischt	2.636	0	0	1	2	0	2.640
W071	Glasabfälle	1.759	9	0	1	30	0	1.800
W072	Papier- und Pappeabfälle	12.018	3	87	1	39	0	12.149
W073	Gummiabfälle	948	14	555	0	3	3	1.524
W074	Kunststoffabfälle	2.614	34	647	16	181	0	3.492
W075	Holzabfälle	10.723	8	8.161	133	230	0	19.254
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle (ohne Gülle und Mist)	27.208	3	1.201	158	579	96	29.245
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle	1.938	4	3.831	526	4.485	0	10.785
W102	Gemischte und undifferenzierte Materialien	6.526	185	3.949	282	5.268	39	16.249
W124	Verbrennungsrückstände	12.786	1.551	26	0	14.512	591	29.466
W12B	Andere mineralische Abfälle	3.039	1.869	0	0	27.752	3.066	35.726
Insgesamt		**113.495**	**3.733**	**19.766**	**1.401**	**54.938**	**4.437**	**197.770**

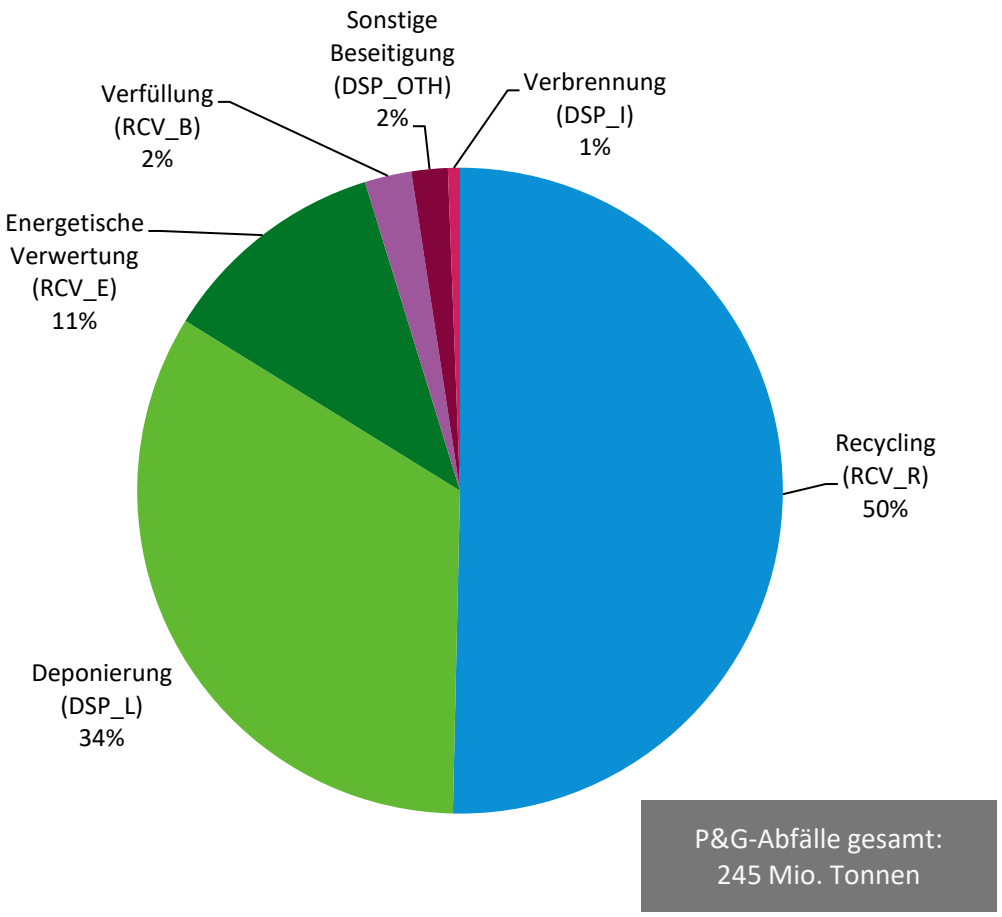
Tabelle 87: Behandlung von P&G-Abfällen in Deutschland, 2017, in 1.000 Mg

EAK-Stat		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbrennung (D10)	Deponierung	Sonstige Beseitigung	Abfallbe-handlung
Code	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	TRT
W012	Säuren, Laugen oder Salze	118	0	23	0	131	0	272
W02A	Chemische Abfälle	195	8	92	24	29	0	348
W032	Schlämme von Industrieabwässern	0	0	730	0	0	0	730
W05	Krankenhausabfälle	0	0	315	45	0	0	360
W061	Metallische Abfälle, eisenhaltig	2.357	0	21	0	6	0	2.384
W062	Metallische Abfälle, nicht eisenhaltig	391	0	0	0	0	0	391
W063	Metallische Abfälle, eisenhaltig und nicht eisenhaltig gemischt	47	0	1	0	0	0	48
W071	Glasabfälle	402	0	0	0	5	0	407
W072	Papier- und Pappeabfälle	0	0	0	0	0	0	0
W073	Gummiabfälle	385	0	185	0	0	0	570
W074	Kunststoffabfälle	421	0	106	1	0	0	529
W075	Holzabfälle	0	0	3.627	0	0	0	3.627
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle (ohne Gülle und Mist)	2.768	0	781	0	0	0	3.548
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle	0	0	0	0	0	0	0
W102	Gemischte und undifferenzierte Materialien	800	0	2.058	0	0	0	2.858
W124	Verbrennungsrückstände	632	808	96	0	2.435	0	3.971
W12B	Andere mineralische Abfälle	1.275	1.195	179	0	24.384	0	27.033
Insgesamt		**9.791**	**2.012**	**8.215**	**70**	**26.990**	**0**	**47.078**

Tabelle 88: Behandlung von P&G-Abfällen in der EU27, 2017, in 1.000 Mg

EAK-Stat		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbrennung (D10)	Deponierung	Sonstige Beseitigung	Abfallbe-handlung
Code	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	TRT
W012	Säuren, Laugen oder Salze	1.590	0	31	1	415	642	2.679
W02A	Chemische Abfälle	1.768	50	208	180	1.522	0	3.728
W032	Schlämme von Industrieabwässern	0	0	1.767	0	0	0	1.767
W05	Krankenhausabfälle	7	0	466	169	67	0	708
W061	Metallische Abfälle, eisenhaltig	28.406	11	21	1	17	0	28.456
W062	Metallische Abfälle, nicht eisenhaltig	2.587	0	0	0	3	0	2.589
W063	Metallische Abfälle, eisenhaltig und nicht eisenhaltig gemischt	2.683	0	1	1	2	0	2.688
W071	Glasabfälle	2.162	9	0	1	35	0	2.207
W072	Papier- und Pappeabfälle	12.018	3	87	1	39	0	12.149
W073	Gummiabfälle	1.333	14	740	0	3	3	2.094
W074	Kunststoffabfälle	3.036	34	753	17	181	0	4.022
W075	Holzabfälle	10.723	8	11.788	133	230	0	22.881
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle (ohne Gülle und Mist)	29.975	3	1.982	158	579	96	32.793
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle	1.938	4	3.831	526	4.485	0	10.785
W102	Gemischte und undifferenzierte Materialien	7.326	185	6.007	282	5.268	39	19.108
W124	Verbrennungsrückstände	13.418	2.359	122	0	16.947	591	33.436
W12B	Andere mineralische Abfälle	4.315	3.064	179	0	52.135	3.066	62.759
Insgesamt		123.286	5.745	27.981	14.71	81.928	4.437	244.848

Abbildung 35: Behandlung von P&G-Abfällen nach Art der Behandlung in der EU27, 2017



Quelle: eigene Darstellung, Argus.

7.1.4 Basisdaten für die THG-Bilanzierung

Tabelle 89 zeigt die für die THG-Bilanzierung verwendeten Daten über den Letztverbleib von P&G-Abfällen für die EU27. Verglichen mit den Daten in Tabelle 88 im vorangegangenen Kapitel wurden mehrere Anpassungen vorgenommen, die im Folgenden erläutert werden.

- Mehrere Abfallkategorien wurden aus den folgenden Gründen vollständig von der THG-Bilanzierung ausgeschlossen:
  - Die Abfallkategorien "saure, alkalische oder salzhaltige Abfälle" (W012) und "chemische Abfälle" (W02A) wurden ausgeschlossen, da keine geeigneten ecoinvent Datensätze für die THG-Bilanzierung gefunden werden konnten. Aufgrund der schlechten Datenlage wären die Ergebnisse für die THG-Emissionen mit einem hohen Maß an Unsicherheit behaftet, und es ist daher unklar, ob die Ergebnisse richtungsicher wären.
  - Wie in Kapitel 7.1.1beschrieben, wurden für die Abfallkategorie "Schlämme aus Industrieabwässern" (W032) nur Abfälle aus der Papierindustrie berücksichtigt. Die unter dieser Kategorie ausgewiesenen Abfälle aus anderen Wirtschaftstätigkeiten sind hauptsächlich der Abwasserbehandlung zuzuordnen und werden daher in dieser Studie nicht berücksichtigt. Da die THG-Emissionen aus der Papierherstellung in der THG-

Bilanz von "Altpapier" (W072) berücksichtigt sind, wurden die Schlämme aus der Papierherstellung von der Bilanz ausgenommen, um Doppelzählungen zu vermeiden.

- Die Abfallkategorie "gemischte und undifferenzierte Abfälle" (W102) umfasst weitere Abfälle aus der Papierindustrie sowie eine Vielzahl nicht spezifizierter Abfälle mit unbekannter Materialzusammensetzung. Die Abfälle aus der Papierindustrie wurden ausgeklammert, um Doppelzählungen zu vermeiden (siehe voriger Aufzählungspunkt). Für die übrigen Abfälle war eine Bilanzierung der THG-Emissionen aufgrund der unbekannten Eigenschaften der Abfälle nicht sinnvoll möglich.

► Für die THG-Bilanzierung von "Hausmüll und ähnlichen Abfällen" (W101) aus P&G-Abfällen wurde beschlossen, denselben methodischen Ansatz zu verfolgen wie für Restmüll bei den Siedlungsabfällen. Daher basiert die Bilanz nicht auf dem WStatR-Behandlungsmix wie bei den anderen P&G-Abfällen, sondern auf den Daten des EEA-Modells, wie in Kapitel 5. Unter Tabelle 89 ist daher der WStatR-Behandlungsmix durch den Behandlungsmix ersetzt, der für die THG-Bilanzierung von Siedlungsabfällen verwendet wird.

► Für Deutschland ist die statistisch gemeldete Menge an W072 "Abfälle aus Papier und Pappe" (W072) bei den Siedlungsabfällen berücksichtigt. Im Vergleich zu Verbandsdaten über die Verwendung inländischer Altpapiermengen in Papierfabriken scheint jedoch eine statistische Erfassungslücke von 7,2 Mio. Tonnen im Jahr 2017 zu bestehen (siehe Teilbericht Deutschland). Diese Menge wird in der P&G-Abfallbilanz berücksichtigt.

► Kleine Mengen behandelter B&A-Abfälle, die weniger als 1 % der behandelten Gesamtmenge der jeweiligen Abfallkategorie ausmachen, wurden ausgenommen und bei der Bilanzierung nicht berücksichtigt. Das Abschneidekriterium wurde getrennt für die EU27 (ohne DE) und für Deutschland angewendet, d. h. das EU27-Aggregat wurde nach Anwendung des Abschneidekriteriums gebildet.

Infolge der Anpassungen beläuft sich die für die THG-Bilanz berücksichtigte Menge an P&G-Abfällen auf 224 Mio. Tonnen und ist damit um 21 Mio. Tonnen niedriger als die in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen P&G-Abfälle.

Tabelle 89: Basisdaten für die THG-Bilanz der P&G-Abfälle für die EU27, 2017, in 1.000 Tonnen

EAK-Stat-Schlüssel		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbrennung (D10)	Deponierung	Sonstige Beseitigung	MBA[2)]	Abfallbe-handlung
Schlüssel	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH		TRT
W05	Krankenhausabfälle	0	0	465	169	67	0	n.a.	701
W061	Metallabfälle, eisenhaltig	28.406	0	0	0	0	0	n.a.	28.406
W062	Metallabfälle, Nichteisenmetalle	2.587	0	0	0	0	0	n.a.	2.587
W063	Metallabfälle, gemischt eisenhaltig und nicht eisenhaltig	2.683	0	0	0	0	0	n.a.	2.683
W071	Glasabfälle	2.161	0	0	0	35	0	n.a.	2.196
W072	Abfälle aus Papier und Pappe	19.218	0	0	0	0	0	n.a.	19.218
W073	Gummiabfälle	1.333	0	740	0	0	0	n.a.	2.073
W074	Kunststoffabfälle	3.035	0	753	0	181	0	n.a.	3.969
W075	Holzabfälle	10.723	0	11.788	0	230	0	n.a.	22.740
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle	29.976	0	1.982	0	579	0	n.a.	32.537
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle[1)]	0	0	3.559	0	3.128	0	4.098	10.785
W124	Verbrennungsabfälle	13.418	2.359	0	0	16.947	591	n.a.	33.315
W12B	Andere mineralische Abfälle	4.314	3.064	0	0	52.136	3.066	n.a.	62.580
Insgesamt		**117.855**	**5.423**	**19.934**	**169**	**72.763**	**3.656**	**3.990**	**223.791**

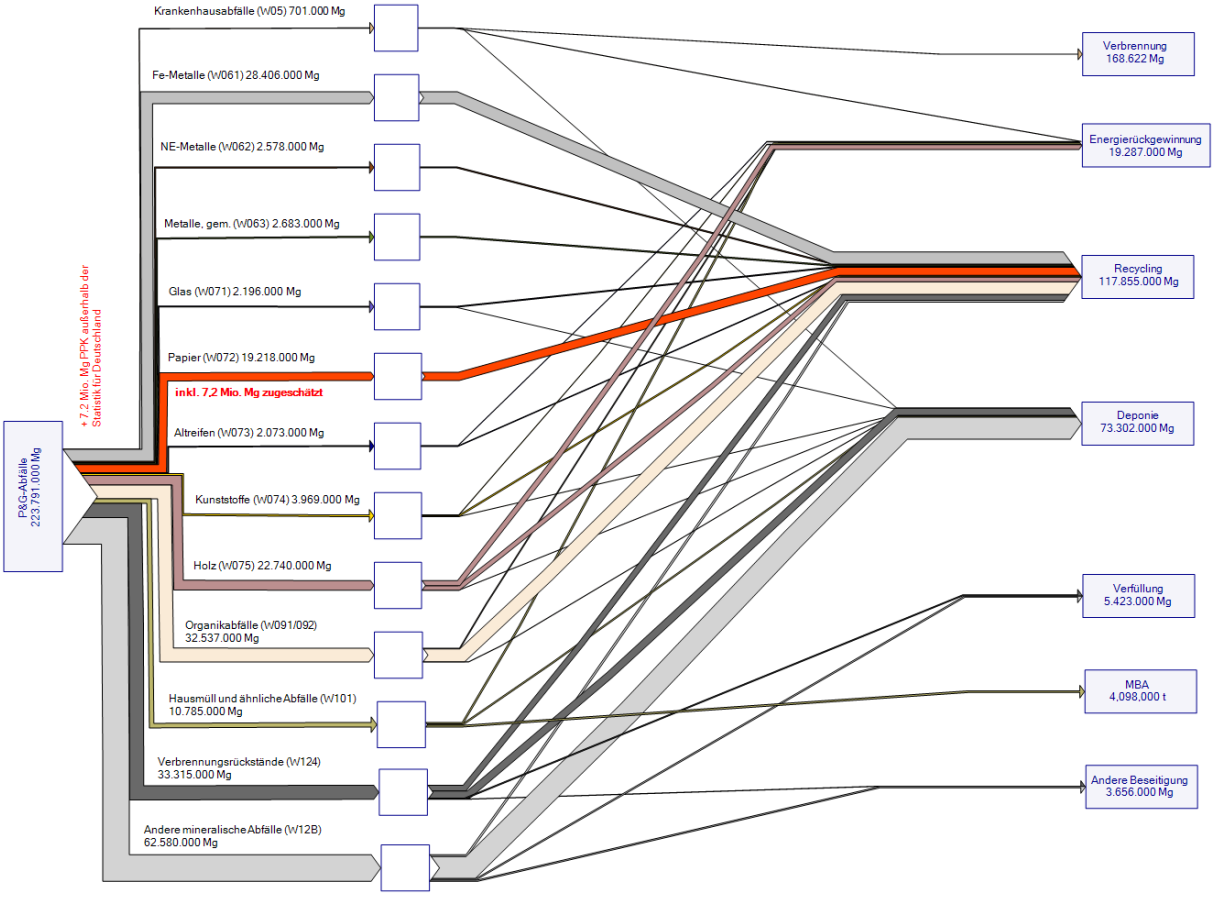
n.a.: nicht anwendbar

1) Die hier ausgewiesenen Mengen stellen den Teil der Abfallategorie „Hausmüll und ähnlichen Abfälle" dar, der nicht dem Strom der Siedlungsabfälle zugerechnet wird (siehe Anhang A.6.2 zur Abgrenzung zwischen Haus- und Gewerbeabfällen und Siedlungsabfällen). Die THG-Bilanz für diese Abfälle wird auf die gleiche Weise wie bei den Siedlungsabfällen erstellt und basiert daher auf dem Behandlungsmix des EEA-Modells.

2) Die MBA ist nur für die Abfallkategorie "Hausmüll und ähnliche Abfälle" (W101) anwendbar, für die die THG-Bilanz auf dem Behandlungsmix gemäß EEA-Modell basiert.

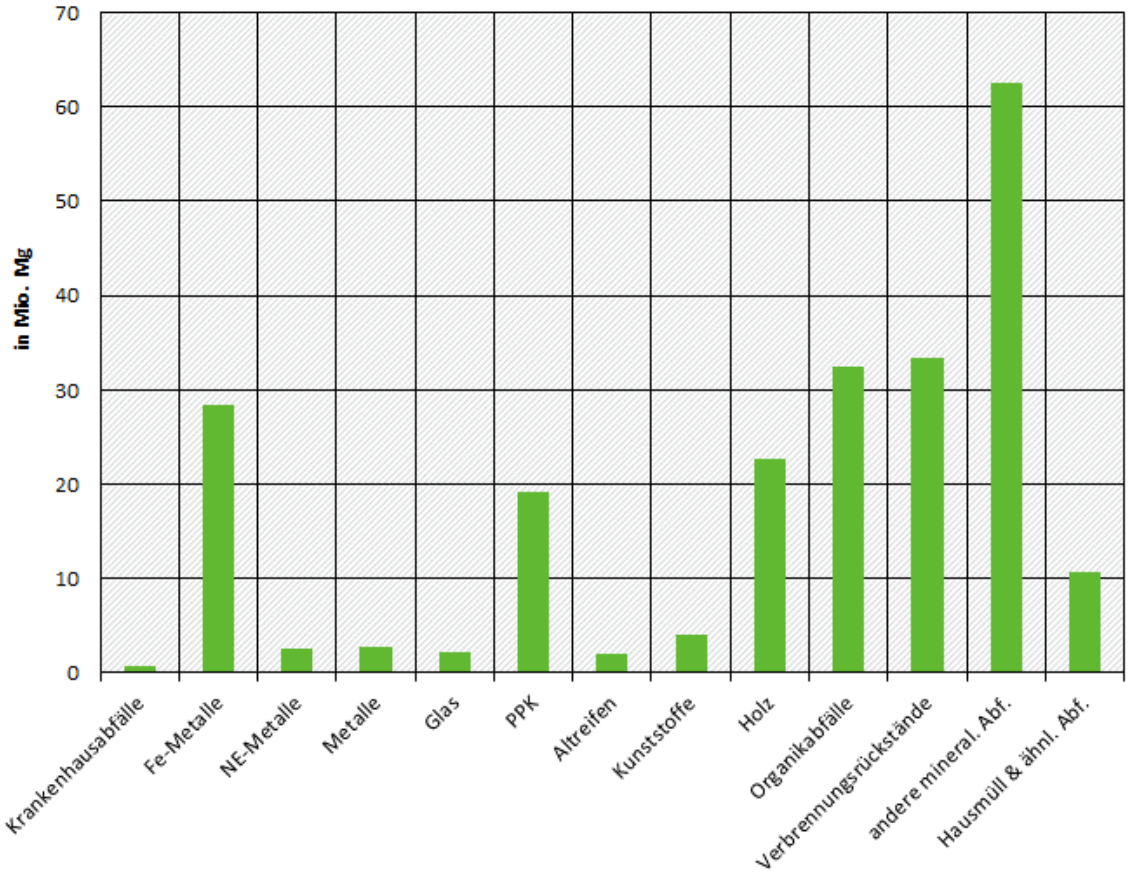
In Abbildung 36 sind die Mengen aus Tabelle 89 in Form eines Sankey-Diagramms dargestellt und in Abbildung 37 die Abfallmengen für den Letztverbleib in Form eines Balkendiagramms nach den Abfallarten. Beide Darstellungen verdeutlichen, dass die "sonstigen mineralischen Abfälle" (W12B) die mengenmäßig bedeutendste Fraktion darstellen. Diese Abfallfraktion macht 28 % der Gesamtmenge aus. Es folgen die Verbrennungsabfälle und die Organikabfälle (W091, W092) mit jeweils 15 % Mengenanteil und die Eisenmetalle mit 13 %. Die meisten der anderen Abfallfraktionen machen zwischen 1 % und 10 % der Gesamtmasse aus. Krankenhausabfälle, Glas und Altreifen haben Anteile unter 1 %.

Abbildung 36: Sankey-Diagramm P&G-Abfall EU27 2017



Die im Sankey-Diagramm angegebenen Beträge sind gerundete Werte.
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Abbildung 37: Abfallmengen für den Letztverbleib von P&G-Abfall EU27 2017



Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

7.2 Vorgehen Bilanzierung und Kenndaten Abfallfraktionen

Die Datenbasis für P&G-Abfälle ist für die EU27 (ohne DE) und für Deutschland identisch. Alle Mengenangaben – die für die EU27 und die für Deutschland – sind nach dem gleichen Verfahren aus europäischen Statistiken abgeleitet. Daher ist für Deutschland keine gesonderte Bilanzierung von P&G-Abfällen mit den Emissionsfaktoren für Strom und Wärme der EU27 erforderlich. Für das Szenario 2030 wird für die EU27 das Szenario 2 der deutschen Bilanz verwendet.

Die Bilanzierung von P&G-Abfällen erfolgt nach den im vorherigen Kapitel genannten Abfallfraktionen und dem Letztverbleib. Soweit Sortieraufwendungen aus der Erstbehandlung relevant und abbildbar sind, wie z. B. bei den trockenen Wertstoffen, sind die Inputmengen hierfür in der Bilanz auf Basis der Sortierverluste rückgerechnet. Das Vorgehen bei der Bilanzierung wird im Folgenden für die verschiedenen Abfallfraktionen beschrieben.

Trockene recycelbare Materialien (W061, W062, W063, W071, W072, W074)

Die trockenen Wertstoffe aus dem P&G-Abfall – Metalle, Glas, Papier und Kunststoffe – sind nach dem Letztverbleib fast ausschließlich dem Recycling zugeführt. Eine Ausnahme bilden die Kunststoffe, die zu 19 % der energetischen Verwertung zugeführt werden und zu 5 % deponiert werden. Auch 2 % des Glases werden auf Deponien entsorgt.

Die Berechnung des Recyclings von trockenen Wertstoffen erfolgt grundsätzlich auf die gleiche Weise wie die Berechnung von trockenen Wertstoffen für Siedlungsabfälle (Kapitel 4.2.6). Für einzelne Abfallarten wie Metalle und Kunststoffe sind begründet höhere Ausbeuten für die Verwertung angenommen (Tabelle 19). Die Aufteilung der gemischten Metalle in Eisen- und Nichteisenmetalle basiert auf der Aufteilung der reinen Fraktionen und ergibt für die Metalle aus P&G-Abfällen 92 % Eisenmetalle und 8 % Nichteisenmetalle (Tabelle 20). Diese Unterschiede führen auch zu leicht unterschiedlichen spezifischen Emissionswerten.

Bei der Deponierung von Glas oder Kunststoffen entstehen aufgrund des inerten bzw. fossilen Charakters der Abfälle keine THG-Emissionen. Für die anteilige energetische Verwertung von Kunststoffen wurden die Kenndaten – Heizwert und fossiler Kohlenstoffgehalt – entsprechend dem Marktmix für Kunststoffe in der EU27 berechnet (Tabelle 21). Die entsprechenden Werte nach IPCC (2006, Band 5, Kapitel 2) wurden für die einzelnen Arten von Kunststoffabfällen verwendet. Die berechneten Kennwerte für die EU27 ergeben sich wie folgt:

- Heizwert: 34,7 MJ/kg
- Fossiler Kohlenstoffgehalt: 71,2 %

Die Berechnung der Energieerzeugung in TAB entspricht dem in Kapitel 4.2.4 beschriebenen Vorgehen. Die Wirkungsgrade entsprechen den berechneten Werten in Tabelle 15 für die EU27.

Bei der stofflichen Verwertung von trockenen Wertstoffen in der EU wird auch ein geschätzter Anteil von Verpackungsabfällen berücksichtigt. Die Berechnung ist in Kapitel 4.2.6 beschrieben.

Holz (W075)

In der EU27 wurden im Jahr 2017 Holzabfälle aus P&G-Abfällen hauptsächlich der energetischen Verwertung (52 %) und dem Recycling (47 %) zugeführt. Ein kleiner Anteil von 1 % wurde deponiert. Die Berechnung für die energetische Verwertung und das Recycling entspricht dem in Kapitel 4.2.8 beschriebenen Verfahren. Der geringe Anteil an deponierten Abfällen wurde nicht weiter berücksichtigt.

Altreifen (W073)

64 % der Altreifen wurden im Jahr 2017 in der EU27 recycelt und 36 % wurden in Zementwerken mitverbrannt. Für die Mitverbrennung wurde der Heizwert auf 28 MJ/kg festgelegt. Dieser Wert entspricht den Angaben in VDZ (2018) für Altreifen, der seit 2008 unverändert ausgewiesen wird und auch für die EU27[52] als repräsentativ gilt. Der fossile Kohlenstoffgehalt für Altreifen ist aus Flamme et al. (2018) entnommen und auf 52,8 % festgelegt. In Vogt & Ludmann et al. (2019) wird der Heizwert mit 26 MJ/kg und der fossile C-Gehalt mit 51,6 % angegeben, so dass die für diese Studie gewählte Kombination aus Heizwert und fossilem C-Gehalt als repräsentativ angesehen wird. Neben der heizwertäquivalenten Substitution des Regelbrennstoffs Kohle wird für die Mitverbrennung in Zementwerken auch der Stahlgehalt in Altreifen berücksichtigt, der wie in Schmidt et al. (2009) auf 18 % (Bandbreite 15 % -20 %) festgelegt ist. Der Stahlanteil ersetzt Eisenoxid, das sonst für die Herstellung von Zementklinker verwendet wird. Faktisch entspricht dies einem Downcycling, bei der stofflichen Verwertung von Stahl kann Roheisen ersetzt werden.

Die Modellierung für das Recycling von Altreifen folgt den Kenntnissen z. B. aus Schmidt et al. (2009). Altreifen werden zunächst meist in mehreren Stufen (Vorzerkleinerung, Granulierung, Feinmahlung) zerkleinert und in die Fraktionen Stahl, Textilcord und Gummigranulat getrennt. Der Stahl wird stofflich in der Stahlindustrie verwertet (Substitution von Roheisen). Die

[52] Der von Flamme et al. (2018) angegebene Heizwert von 30 MJ/kg wurde nicht übernommen.

Textilfraktion wird in Zementwerken mitverbrannt (Heizwert 28,3 MJ/kg, fossiler Kohlenstoffgehalt 28,6 %) und ersetzt dort heizwertäquivalent den Regelbrennstoff Kohle. Eine kleinere ebenfalls abgetrennte Inertfraktion wird deponiert. Die Hauptfraktion, das Gummigranulat, kann in verschiedenen Korngrößen und unterschiedlichen Qualitäten erzeugt werden. Die Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig und unterscheiden sich deutlich in ihrem Substitutionspotenzial:

- Bodenbeläge (Ersatz von PVC, PP),
- Gummimodifizierter Asphalt (Ersatz von Styrol-Butadien-Styrol und Bitumen),
- Altreifengranulat Kunstrasen (Ersatz von thermoplastischen Polymeren (EPDM, TPE)),
- Sandplätze, Pferdesportboden (Ersatz von Sand),
- Baustoff (Ersatz von Beton, Kies und teilweise Polyethylen),
- Gummimehl in Neureifen (theoretisch zwischen 2-20 % möglich, laut deutschem Kautschukverband (wdk) nicht für Qualitätsreifen geeignet und verkürzt Laufleistung und Sicherheit).

Informationen über den tatsächlichen Einsatz von Gummigranulat liegen nicht vor. Für diese Studie wurde für Deutschland und die EU einheitlich angenommen, dass 50 % des feinen Gummigranulats in hochwertigen Anwendungen wie Asphalt oder Infill in Kunstrasen eingesetzt wird und dadurch fossil basierte Thermoplaste ersetzt werden. Für die anderen 50 % ist eine Anwendung als Baustoff oder für Sandplätze angenommen, wobei mineralische Stoffe ersetzt werden. Im ersten Fall ergibt sich ein vergleichsweise hohes THG-Minderungspotenzial, im zweiten Fall nur ein geringes, da die Bereitstellung der inerten Primärrohstoffe kaum mit THG-Belastungen verbunden ist.

Organikabfälle (W091, W092)

In der EU27 wurden Organikabfälle im Jahr 2017 hauptsächlich recycelt. Etwa 6 % werden für die energetische Verwertung genutzt und 2 % deponiert. Die Abfallkategorien W091 und W092 sind in der Sonderbilanz Lebensmittelabfälle berechnet. Der Letztverbleibssplit in der Lebensmittelabfallbilanz entspricht gut dem Letztverbleib bei den P&G-Abfällen. Für die überschlägige Berechnung der P&G-Abfälle in dieser Studie werden vereinfachend die durchschnittlichen Emissionsfaktoren, die sich für W091 und W092 aus der Berechnung der Lebensmittelabfälle ergeben, zur Bewertung der Organikabfälle aus P&G-Abfällen verwendet:

- Spezifische Belastung: 160 kg CO_2-Äq/Mg Input
- Spezifische Entlastung: -258 kg CO_2-Äq/Mg Input
- Spezifisches Nettoergebnis: -98 kg CO_2-Äq/Mg Input

Verbrennungsrückstände (W124)

Im Jahr 2017 wurden in der EU27 51 % der Verbrennungsrückstände deponiert, 7 % wurden verfüllt, 40 % recycelt und 2 % anderweitig entsorgt. Für das Recycling wurde die Verwendung im Straßen- und Wegebau angenommen. Die Verfüllung, sonstige Entsorgung und Deponierung ist mit keinen THG-Emissionen verbunden, da es sich bei den Aschen und Schlacken um inertes, nicht biologisch aktives Material handelt. Belastungen entstehen ausschließlich durch den Transport, dessen Einfluss von geringer Bedeutung ist.

Sonstige mineralische Abfälle (W12B)

Sonstige mineralische Abfälle, die den höchsten Anteil an P&G-Abfällen haben, wurden 2017 in der EU27 zu 83 % deponiert, 7 % wurden recycelt, 5 % verfüllt und 5 % anderweitig entsorgt. Die Verwendung im Straßen- und Wegebau wurde für das Recycling angenommen. Da es sich bei dieser Abfallfraktion um inertes Material handelt, ist die Entsorgung nicht mit THG-Emissionen

verbunden. Belastungen entstehen ausschließlich durch Transporte, deren Einfluss trotz des vergleichsweise hohen Massenanteils von geringer Bedeutung ist.

Krankenhausabfälle (W05)

Im Jahr 2017 wurden 66 % der Krankenhausabfälle einer energetischen Verwertung zugeführt, 24 % wurden ohne Energierückgewinnung verbrannt und 10 % auf Deponien abgelagert. Bei letzterem wird davon ausgegangen, dass der deponierte Anteil aus hygienischen Gründen kein organisches Material sein kann. Daher ist die Deponierung in der Bilanzierung nicht mit THG-Emissionen berechnet. Die Kennwerte für die Verbrennung wurden einheitlich aus Vogt & Ludmann (2019) für alle Bilanzräume übernommen:

- Heizwert: 14,9 MJ/kg
- Fossiler Kohlenstoffgehalt: 19,0 %

Die Bilanzierung der Energieerzeugung in TAB entspricht dem in Kapitel 4.2.4 beschriebenen Vorgehen, wobei die Wirkungsgrade nach Tabelle 15 für die EU27 verwendet sind. Die Verbrennung ohne Energierückgewinnung erhält keine Gutschriften.

7.3 Beschreibung THG-Bilanzszenario 2030 (P&G EU27 2030)

Für P&G-Abfälle in der EU27 wird ein Zukunftsszenario für das Zieljahr 2030 entwickelt, das als *P&G EU27 2030* bezeichnet wird. Das Szenario *P&G EU27 2030* ist das Aggregat aus dem Szenario für die *EU27 (ohne DE)* und dem Szenario 2 für Deutschland (*P&G 2030 SZ2*). Die Entwicklung des Szenarios für die *EU27 (ohne DE)* wird im Folgenden beschrieben. Für die Beschreibung des Szenarios für Deutschland (*P&G 2030 SZ2*) wird auf den Teilbericht Deutschland verwiesen.

7.3.1 Szenarioannahmen für die EU27 (ohne DE) für 2030

Abfallaufkommen

Da für die Produktions- und Gewerbeabfälle nur eine grobe Schätzung vorgenommen werden soll und angesichts der Vielzahl und Heterogenität der P&G-Abfälle, wird angenommen, dass das Abfallaufkommen bis 2030 sowohl insgesamt als auch auf Ebene der einzelnen Abfallkategorien konstant bleibt.

Abfallbehandlung

Die Szenarioannahmen für die Entwicklung der Abfallbehandlung beruhen im Wesentlichen auf einem Vergleich des Behandlungsmixes zwischen Ländern mit weniger und höher entwickelten Abfallwirtschaftssystemen für jede betrachtete Abfallkategorie. Es wird davon ausgegangen, dass sich der Behandlungsmix der weniger entwickelten Länder dem Mix der weiter entwickelten Länder annähert und bis 2030 gleich sein wird.

Auf dieser Grundlage werden die folgenden Annahmen getroffen:

- Krankenhausabfälle (W05): Die Deponierung wird um 4 Prozentpunkte reduziert; die entsprechenden Mengen werden in die energetische Verwertung verlagert.
- Kunststoffabfälle (W074): Aufgrund der europäischen Vorgaben im Verpackungsbereich wird eine Steigerung des Recyclings um 5 Prozentpunkte angenommen. Deponierung und energetische Verwertung werden jeweils um 2 Prozentpunkte reduziert.
- Tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle, pflanzliche Abfälle (W091, W092): Die Mengen, die deponiert oder verbrannt werden, werden auf die energetische Verwertung verlagert, die entsprechend um 3 Prozentpunkte steigt.

- Hausmüll und ähnliche Abfälle (W101): Für hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, die nicht im Strom der Siedlungsabfälle berücksichtigt werden, wird angenommen, dass der gleiche Behandlungsmix wie für W101 in Szenario 1 (Siedlungsabfälle EU27 2030 ARRL) für Siedlungsabfälle angewendet wird.
- Verbrennungsrückstände (W124): Die bisher unter "Sonstige Beseitigung" ausgewiesenen Mengen werden den Deponien zugeordnet.
- Bei den folgenden Abfällen wird von einem konstanten Behandlungsmix ausgegangen:
  - Metallabfälle (W061, W062, W063)
  - Glasabfälle (W071)
  - Papier- und Pappeabfälle (W072)
  - Holzabfälle (W075)
  - Sonstige mineralische Abfälle (W12B)

7.3.2 Behandlung von P&G-Abfällen gemäß dem EU27-Szenario für 2030 (P&G EU27 2030)

Die Aggregation des Szenarios für die EU27 (ohne DE) und des Szenarios 2 für Deutschland *(P&G 2030 SZ2)* führt zur P&G-Abfallbehandlung, die in Tabelle 90 dargestellt ist. Tabelle 91 zeigt die Veränderungen vom Basisjahr 2017 bis 2030 in 1.000 Tonnen.

Tabelle 90: Behandelte Mengen an P&G-Abfällen in der EU27 im Jahr 2030 nach dem Szenario P&G EU27 2030, in 1.000 Tonnen

EAK-Stat		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbrennung (D10)	Deponierung	Sonstige Beseitigung	Mechanisch-biologische Behandlung[2)]	Abfallbe-handlung
Code	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH		TRT
W05	Krankenhausabfälle	0	0	465	169	67	0	n.a.	701
W061	Metallische Abfälle, eisenhaltig	28.406	0	0	0	0	0	n.a.	28.406
W062	Metallische Abfälle, nicht eisenhaltig	2.587	0	0	0	0	0	n.a.	2.587
W063	Metallische Abfälle, eisenhaltig und nicht eisenhaltig gemischt	2.683	0	0	0	0	0	n.a.	2.683
W071	Glasabfälle	2.161	0	0	0	35	0	n.a.	2.196
W072	Papier- und Pappeabfälle	19.218	0	0	0	0	0	n.a.	19.218
W073	Gummiabfälle	1.333	0	740	0	0	0	n.a.	2.073
W074	Kunststoffabfälle	3.035	0	753	0	181	0	n.a.	3.969
W075	Holzabfälle	10.723	0	11.788	0	230	0	n.a.	22.740
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle (ohne Gülle und Mist)	29.976	0	1.982	0	579	0	n.a.	32.537
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle[1)]	0	0	5.500	0	863	0	4.422	10.785
W124	Verbrennungsrückstände	13.418	2.359	0	0	16.947	591	n.a.	33.315
W12B	Andere mineralische Abfälle	4.314	3.064	0	0	52.136	3.066	n.a.	62.580
Insgesamt		**118.687**	**5.423**	**21.059**	**169**	**70.965**	**3.066**	**4.422**	**223.791**

n.a.: nicht anwendbar

1) Die hier ausgewiesenen Mengen stellen den Teil der Abfallkategorie "Haushaltsmüll und ähnliche Abfälle" dar, der nicht dem Strom der Siedlungsabfälle zugerechnet wird (siehe Anhang A.6.2 zur Abgrenzung zwischen Produktions- und Gewerbeabfällen und Siedlungsabfällen). Die THG-Bilanz für diese Abfälle wird auf die gleiche Weise wie für Siedlungsabfälle erstellt und basiert daher auf dem Behandlungsmix aus dem EEA-Modell für Siedlungsabfälle.

2) Die mechanisch-biologische Behandlung ist nur für die Abfallkategorie "Hausmüll und ähnliche Abfälle" (W101) anwendbar, für die die Treibhausgasbilanz auf dem Behandlungsmix gemäß dem EEA-Modell für Siedlungsabfälle basiert.

Tabelle 91: Veränderungen von 2017 bis 2030 in der EU27, in 1 000 Tonnen

EAK-Stat		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbrennung (D10)	Deponierung	Sonstige Beseitigung	Mechanisch-biologische Behandlung[2)]	Abfallbe-handlung
Code	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH		TRT
W05	Krankenhausabfälle	0	0	+14	0	-14	0	n.a.	0
W061	Metallabfälle, eisenhaltig	0	0	0	0	0	0	n.a.	0
W062	Metallabfälle, Nichteisenmetalle	0	0	0	0	0	0	n.a.	0
W063	Metallabfälle, gemischt eisenhaltig und nicht eisenhaltig	0	0	0	0	0	0	n.a.	0
W071	Glasabfälle	0	0	0	0	0	0	n.a.	0
W072	Abfälle aus Papier und Pappe	0	0	0	0	0	0	n.a.	0
W073	Gummiabfälle	+29	0	-29	0	0	0	n.a.	0
W074	Kunststoffabfälle	+192	0	-123	0	-70	0	n.a.	0
W075	Holzabfälle	+363	0	-363	0	0	0	n.a.	0
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle	+248	0	+331	0	-579	0	n.a.	0
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle[1)]	0	0	+1,941	0	-2,265	0	+324	0
W124	Verbrennungsabfälle	0	0	0	0	+591	-591	n.a.	0
W12B	Andere mineralische Abfälle	0	0	0	0	0	0	n.a.	0
Insgesamt		**+832**	**0**	**+1,773**	**0**	**-2,337**	**-591**	**+324**	**0**

n.a.: nicht anwendbar

1) Die hier ausgewiesenen Mengen stellen den Teil der Abfallkategorie "Haushaltsmüll und ähnliche Abfälle" dar, der nicht dem Strom der Siedlungsabfälle zugerechnet wird (siehe Anhang A.6.2 zur Abgrenzung zwischen Produktions- und Gewerbeabfällen und Siedlungsabfällen). Die THG-Bilanz für diese Abfälle wird auf die gleiche Weise wie für Siedlungsabfälle erstellt und basiert daher auf dem Behandlungsmix aus dem EEA-Modell für Siedlungsabfälle.

2) Die mechanisch-biologische Behandlung ist nur für die Abfallkategorie "Hausmüll und ähnliche Abfälle" (W101) anwendbar, für die die Treibhausgasbilanz auf dem Behandlungsmix gemäß dem EEA-Modell für Siedlungsabfälle basiert.

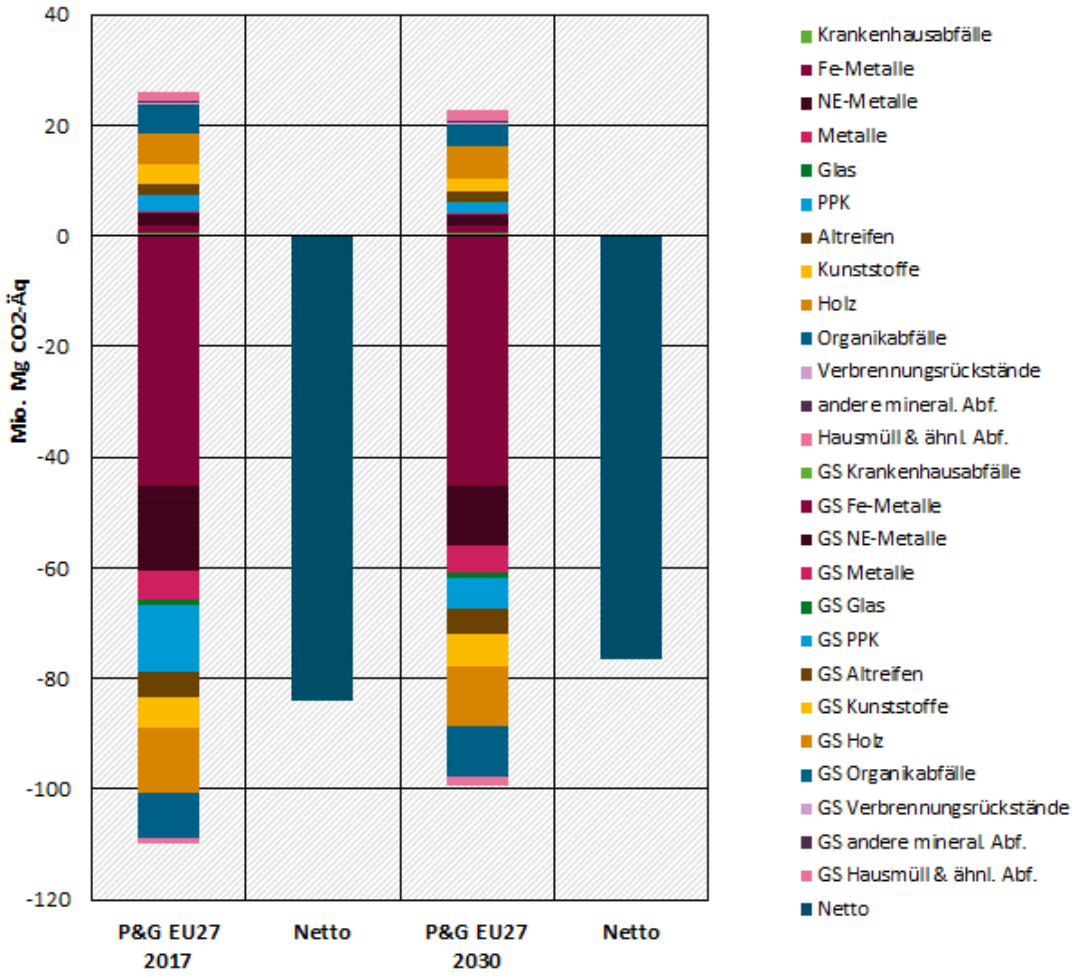
7.4 Ergebnisse THG-Bilanzen

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der THG-Bilanz für das Basisjahr 2017 im Vergleich zum Szenario 2030 dargestellt. Grundsätzlich sind die Ergebnisse aufgrund der Datenunsicherheiten und Datenlücken als orientierend zu verstehen. Die folgenden Begriffe werden in den Abbildungen verwendet:

- Basis 2017: "P&G EU27 2017"
- Szenario 2030: "P&G EU27 2030"

Abbildung 38 zeigt die absoluten Ergebnisse entsprechend den Belastungen und Gutschriften für jede Abfallfraktion sowie das gesamte Nettoergebnis im Jahresvergleich. Für das **Basisjahr 2017** ergibt sich ein **absolutes Nettoentlastungspotenzial von ca. -84,1 Mio. Tonnen CO_2-Äq**. Die zugrundeliegenden Belastungen belaufen sich auf ca. 25,9 Mio. Tonnen CO_2-Äq, während das Entlastungspotenzial -109,9 Mio. Tonnen CO_2-Äq beträgt.

Abbildung 38: Szenarienvergleich P&G-Abfall EU27



GS: Gutschrift oder Emissionseinsparungspotenzial; Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Die Abbildung zeigt, dass die trockenen Wertstoffe, zu denen insbesondere Metalle gehören, mit einem Mengenanteil von insgesamt 26 % einen wesentlichen Beitrag zum Ergebnis leisten. Verbrennungsrückstände und andere mineralische Abfälle wiederum haben aufgrund ihres inerten Charakters keinen Einfluss auf das Ergebnis. Zudem sind die für diese Abfallfraktionen

berücksichtigten Transporte trotz der hohen Massenanteile im Gesamtergebnis von geringer Bedeutung. Neben den trockenen Wertstoffen trägt die Behandlung von Holz und auch von Organikabfällen sichtbar zum Nettoentlastungspotenzial bei.

Das **Szenario 2030** weist sowohl geringere Belastungen als auch geringere Entlastungspotenziale auf. Das **absolute Nettoentlastungspotenzial beträgt -76,6 Mio. Tonnen CO_2-Äq**. Die Belastungen für das Szenario belaufen sich auf ca. 22,7 Mio. Tonnen CO_2-Äq und das Entlastungspotenzial auf ca. -99,3 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Der Unterschied in den Ergebnissen – das insgesamt geringere Nettoentlastungspotenzial im Vergleich zum Basisjahr 2017 – ist hauptsächlich auf die Defossilisierung des Energiesystems zurückzuführen. Zum einen sinken die THG-Belastungen aus dem Energiebedarf, zum anderen aber auch die Substitutionspotenziale für Energie und Primärprodukte, deren Herstellung mit einem relevanten Strombedarf verbunden ist (Papier, Aluminium, siehe Kapitel 4.2.6). Dem stehen die Optimierungen für 2030 entgegen, und zwar mit der Umlenkung von der Deponierung zum Recycling bzw. zur energetischen Verwertung und von der energetischen Verwertung zum Recycling. Allerdings beziehen sich die Annahmen wie für Deutschland nur auf ausgewählte Abfallfraktionen und die prozentualen Verlagerungen sind moderat.

Tabelle 92 zeigt die THG-Nettoergebnisse für P&G-Abfälle nach Abfallfraktionen in absoluten Werten, spezifisch pro Kopf und pro Tonne für das Basisjahr 2017 und für das Szenario 2030.

Tabelle 92: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktion - P&G-Abfall EU27 2017 und 2030

Abfallfraktion	Absolut	Absolut	Spezifisch pro Kopf[1]	Spezifisch pro Kopf[1]	Spezifisch pro Tonne	Spezifisch pro Tonne
P&G-Abfall	**2017**	**2030**	**2017**	**2030**	**2017**	**2030**
	Mio. Mg CO_2-Äq		kg CO_2-Äq/E		kg CO_2-Äq/Mg	
Krankenhausabfälle	0,18	0,22	0,4	0,5	257	319
Fe-Metalle	-43,70	-43,70	-98,1	-98,1	-1.538	-1.538
NE-Metalle	-13,01	-8,79	-29,2	-19,7	-5.029	-3.398
Metalle	-4,91	-4,54	-11,0	-10,2	-1.830	-1.694
Glas	-1,01	-1,01	-2,3	-2,3	-461	-459
Papier	-8,85	-3,47	-19,9	-7,8	-461	-180
Altreifen	-2,77	-2,89	-6,2	-6,5	-1.338	-1.392
Kunststoffe	-2,18	-3,09	-4,9	-6,9	-550	-779
Holz	-5,76	-4,97	-12,9	-11,2	-253	-219
Organikabfälle	-3,18	-5,24	-7,1	-11,8	-98	-161
Verbrennungsrückst.	0,22	0,23	0,5	0,5	7	7
Sonst. min. Abf.	0,38	0,38	0,9	0,9	6	6
Hausmüll & ähnl. Abf.	0,54	0,27	1,2	0,6	50	25
Summe/Durchschnitt	**-84,06**	**-76,60**	**-188,7**	**-171,9**	**-376**	**-342**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 445.529.136 in 2017 (Tabelle 27)

Ausgehend von den **spezifischen Nettoergebnissen nach Abfallfraktion pro Tonne Abfall** lassen sich die Unterschiede in den Ergebnissen wie folgt erklären:

Fe-Metalle, Metalle (92 % Fe-Metalle) und insbesondere NE-Metalle weisen hohe spezifische Nettoentlastungspotenziale auf. Dieses Ergebnis wurde bereits bei den Siedlungsabfällen deutlich, da die Produktion von Roheisen und Aluminium mit vergleichsweise hohen THG-Emissionen verbunden ist. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass die angenommenen Ausbeuten für Metalle überschätzt sind (Tabelle 19). Auch bei Altreifen ist die Nettoentlastung relativ hoch. Das höhere Entlastungspotenzial wird durch das Recycling erreicht, auch wenn nur 50 % der Altreifen als Ersatz für fossile Thermoplaste in hochwertigen Anwendungen angenommen sind. Andere trockene Wertstoffe (Glas, Papier, Kunststoffe) weisen im Jahr 2017 überwiegend Nettoentlastungen in ähnlicher Höhe auf. Im Gegensatz dazu zeigen Krankenhausabfälle und Hausmüll & ähnliche Abfälle Belastungen in den Nettoergebnissen. Die Ergebnisse für die Inertfraktionen Verbrennungsrückstände und sonstige mineralische Abfälle beinhalten Transporte, die trotz hohen Massenanteils eine vergleichsweise geringe Bedeutung haben.

Im Szenario 2030 sind die veränderten spezifischen Nettoergebnisse auf die Defossilisierung und/oder angenommene Optimierungen zurückzuführen. Die Veränderungen durch die Defossilisierung des Energiesystems für die trockenen Wertstoffe sind für die Siedlungsabfälle näher beschrieben (vgl. Kapitel 5.5.1.1). Die Auswirkungen auf Fe-Metalle und Glas sind gering. Bei den NE-Metallen, die als Aluminium bilanziert sind, ist die spezifische Nettoentlastung im Jahr 2030 aufgrund der geschätzten geringeren THG-Belastung durch die stromintensive Primärproduktion geringer. Dies gilt analog für Papier, auch hier sinkt die spezifische Nettoentlastung aufgrund der geschätzten geringeren THG-Belastung durch die stromintensive Primärproduktion von Holz und Zellstoff. Bei Kunststoffabfällen erhöht sich das spezifische Nettoentlastungspotenzial vor allem aufgrund der geringeren THG-Belastung durch den für die Aufbereitung benötigten Strom (Defossilisierung) sowie durch die Umlenkung von der Deponierung und energetischen Verwertung (R1) auf das Recycling (Reduktion der fossilen CO_2 Emissionen aus der Verbrennung und Substitution von primären Rohstoffen). Der Einfluss der angenommenen Steigerung der Ausbeute beim Kunststoffrecycling auf die Ergebnisse ist gering.

Bei Holz ist das leicht reduzierte spezifische Nettoentlastungspotenzial vor allem auf die geringeren Gutschriften für die Energieerzeugung (Defossilisierung) zurückzuführen, die nur teilweise durch die für 2030 angenommene höhere Wärmenutzung kompensiert werden. Darüber hinaus führt der erhöhte Anteil des Recyclings zu einem geringeren Nettoentlastungspotenzial, da das Recycling zu Spanplatten mit geringeren spezifischen Nettoentlastungen verbunden ist (siehe Kapitel 4.2.8).

Bei den Organikabfällen aus P&G-Abfällen entsprechen die Änderungen für Recycling und energetische Verwertung denen, die im Kapitel über Lebensmittelabfälle beschrieben sind. Das höhere Nettoentlastungspotenzial im Jahr 2030 ist weitgehend auf die Steigerung der Vergärung und die angenommene Biodieselproduktion aus Speiseölen und -fetten zurückzuführen. Bei Altreifen führt das leicht erhöhte Recycling zu einem etwas höheren spezifischen Nettoentlastungspotenzial. Die anteilige Mitverbrennung im Zementwerk bleibt von der Defossilisierung unberührt; beim Recycling sinken die THG-Belastungen aus dem Strombedarf.

Für Verbrennungsrückstände und andere mineralische Abfälle ändern sich die spezifischen Nettoergebnisse nicht (kein Optimierungspotenzial, vergleichsweise geringe THG-Belastung durch den Transport). Bei Krankenhausabfällen steigt die spezifische Nettobelastung aufgrund der geringeren Gutschriften für erzeugte Energie (Defossilisierung). Bei Hausmüll und ähnlichen Abfällen kommt es zu einer geringfügigen Verringerung der spezifischen THG-Belastung, hauptsächlich aufgrund der Abkehr von der Deponierung (vgl. Kapitel 0).

8 Bau- und Abbruchabfälle

B&A-Abfälle sind in dieser Studie überschlägig berechnet. Die Vorgehensweise bei der Erhebung der Basisdaten wird im Folgenden beschrieben. Bewertet sind die Abfallmengen nach dem Letztverbleib. Soweit Sortieraufwendungen aus der Erstbehandlung relevant sind und abgebildet werden können, wie z. B. bei trockenen Wertstoffen, sind die Inputmengen auf Basis der Sortierverluste rückgerechnet.

8.1 Abfallaufkommen und -behandlung

8.1.1 Methodik

Aufkommen von B&A-Abfällen

Wie in Kapitel 3 beschrieben, wird der Abfallstrom Bau- und Abbruchabfälle für diese Studie definiert als die Gesamtheit der nicht-gefährlichen Abfälle, die in Kapitel 17 des Abfallverzeichnisses aufgeführt sind, mit Ausnahme der EAV-Schlüssel "Boden und Steine" (EAV 17 05 04) und "Baggergut" (EAV 17 05 06). Die von der Studie erfassten Einträge des Abfallverzeichnisses und ihre Zuordnung zu den EAK-Stat-Schlüsseln sind in Tabelle 93 dargestellt.

In den WStatR-Daten werden B&A-Abfälle hauptsächlich durch den Sektor „Baugewerbe" (NACE F) abgedeckt, können aber auch unter anderen Wirtschaftszweigen gemeldet werden, je nach dem Datenerhebungsansatz in den Mitgliedstaaten. Die Schätzung des Aufkommens von Bau- und Abbruchabfällen für die EU basiert auf den WStatR-Daten, die, wie in Kapitel 3.3 beschrieben, auf das Bezugsjahr 2017 extrapoliert wurden.

Auf der Grundlage der hochgerechneten Daten erfolgte die Schätzung des Aufkommens an Bau- und Abbruchabfällen nach den Berechnungsregeln des Beschlusses 2011/753/EU der Kommission, Anhang III[53] . In diesem Beschluss werden die Berechnungsmethoden für die Berichterstattung der Mitgliedstaaten zur Einhaltung der Verwertungsquote für Bau- und Abbruchabfälle an Eurostat definiert. Der Beschluss legt fest, dass das Aufkommen an Bau- und Abbruchabfällen auf der Grundlage von WStatR-Daten als Summe der folgenden EAK-Stat-Schlüssel zu berechnen ist:

- Mineralische Bau- und Abfälle (W121): Gesamtaufkommen über alle NACE-Wirtschaftszweige plus Haushalte
- Metallabfälle (W06), Glasabfälle (W071), Kunststoffabfälle (W074), Holzabfälle (W075), die von Unternehmen des NACE-Abschnitts F (Baugewerbe) erzeugt werden.

Die aufgelisteten EAK-Stat-Schlüssel umfassen alle Einträge von Abfällen, die in den oben beschriebenen Untersuchungsumfang der vorliegenden Studie fallen. Der Untersuchungsumfang diese Studie im Hinblick auf die WStatR-Daten ist in Tabelle 150 im Anhang dargestellt.

Außerdem wurde eine Schätzung des Aufkommens und der Behandlung von Ausbauasphalt vorgenommen. In den WStatR-Daten wird Asphalt nicht separat ausgewiesen, sondern ist in der Abfallkategorie "Mineralische Bau- und Abbruchabfälle" enthalten. Die Schätzung basiert auf den jährlichen Statistiken der European Asphalt Pavement Association (EAPA) zu Ausbauasphalt in den EU-Ländern. Die verwendeten EAPA-Daten und die Beschreibung des Schätzungsansatzes sind in Anhang A.7.2 dargestellt.

[53] ABl. L310 vom 25.11.2011, S.11ff

Behandlung von B&A-Abfällen

Für alle Abfallkategorien außer Asphalt basiert die Schätzung der B&A-Abfallbehandlung auf den WStatR-Behandlungsdaten für das Bezugsjahr 2016. Es wird davon ausgegangen, dass der Behandlungsmix, d. h. die Anteile der Behandlungsverfahren, für jeden EAK-Stat-Schlüssel im Jahr 2017 derselbe ist wie im Jahr 2016. Die behandelten Mengen werden dann durch Multiplikation des Behandlungsmixes mit dem geschätzten Aufkommen für jeden EAK-Stat-Schlüssel ermittelt.

Der Behandlungsmix wird auf der Ebene der EU27 (ohne DE) bestimmt. Die Daten für Deutschland (siehe Teilbericht Deutschland) werden hinzugefügt, um das EU27-Aggregat zu bilden.

Die allgemeinen Einschränkungen der WStatR-Daten für die genaue Bestimmung der Behandlung der in der EU erzeugten Abfälle (d. h. die fehlende Verknüpfung der behandelten Mengen mit den erzeugenden Tätigkeiten; das Ungleichgewicht zwischen Abfallaufkommen und Abfallbehandlung) wurden bereits in Kapitel 7.1.3 im Zusammenhang mit den Produktions- und Gewerbeabfällen beschrieben. Diese Einschränkungen gelten auch für Bau- und Abbruchabfälle, wobei sich die Situation für den EAK-Stat-Schlüssel "mineralische Bau- und Abfälle" (W121), der den größten Teil der Bau- und Abfälle ausmacht, günstiger darstellt. Hier ist die Herkunft der Abfälle (d. h. der Bausektor) Teil der Definition der Abfallkategorie, so dass eine direkte Verbindung zum erzeugenden Sektor besteht. Dementsprechend sind die Behandlungsdaten spezifisch für die Abfälle aus diesem Sektor.

Qualitätsprobleme gibt es bei den Daten zur Verfüllung. Die Länder haben oft Schwierigkeiten, die verfüllten Abfallmengen zu bestimmen, weil es keinen spezifischen Behandlungscode (R-Code) für dieses Verfahren gibt und weil die Definition der Verfüllung einen gewissen Interpretationsspielraum zulässt. Infolgedessen fehlen in einigen EU-Ländern Daten zur Verfüllung. Für Länder, die im Rahmen der WStatR keine Daten zur Verfüllung gemeldet haben, wurden die entsprechenden Beträge daher auf der Grundlage des durchschnittlichen Anteils der Verfüllung in denjenigen EU-Ländern, die Daten gemeldet haben, geschätzt. Der durchschnittliche Anteil der Verfüllung wurde auf dieser Basis auf 6,3 % der behandelten mineralischen Bau- und Abbruchabfälle geschätzt.

Lücken in den WStatR-Behandlungsdaten, die sich aus der statistischen Geheimhaltung der Daten ergaben, wurden durch Schätzungen geschlossen. Da die Datenlücken meist gering waren, sind die Auswirkungen der Schätzungen auf die Datengenauigkeit zu vernachlässigen.

Für die Abfallkategorie "Asphalt" wird die Behandlung auf der Grundlage der oben genannten Daten des EAPA bestimmt. Die EAPA-Daten und die Beschreibung des Schätzansatzes sind in Anhang A.7.2 dargestellt.

8.1.2 Aufkommen an B&A-Abfällen

Tabelle 93 zeigt die Schätzung des B&A-Abfallaufkommens in der EU27 insgesamt und getrennt für die EU27 (ohne DE) und für DE. Die Aufschlüsselung nach Abfallkategorien ist Abbildung 39 veranschaulicht.

Tabelle 94 zeigt das Aufkommen an Bau- und Abbruchabfällen nach Ländern für alle 27 EU-Mitgliedstaaten einschließlich der Daten für Deutschland. Die Tabelle zeigt auch die auf der Grundlage der EAPA-Daten geschätzten Mengen an Ausbauasphalt.

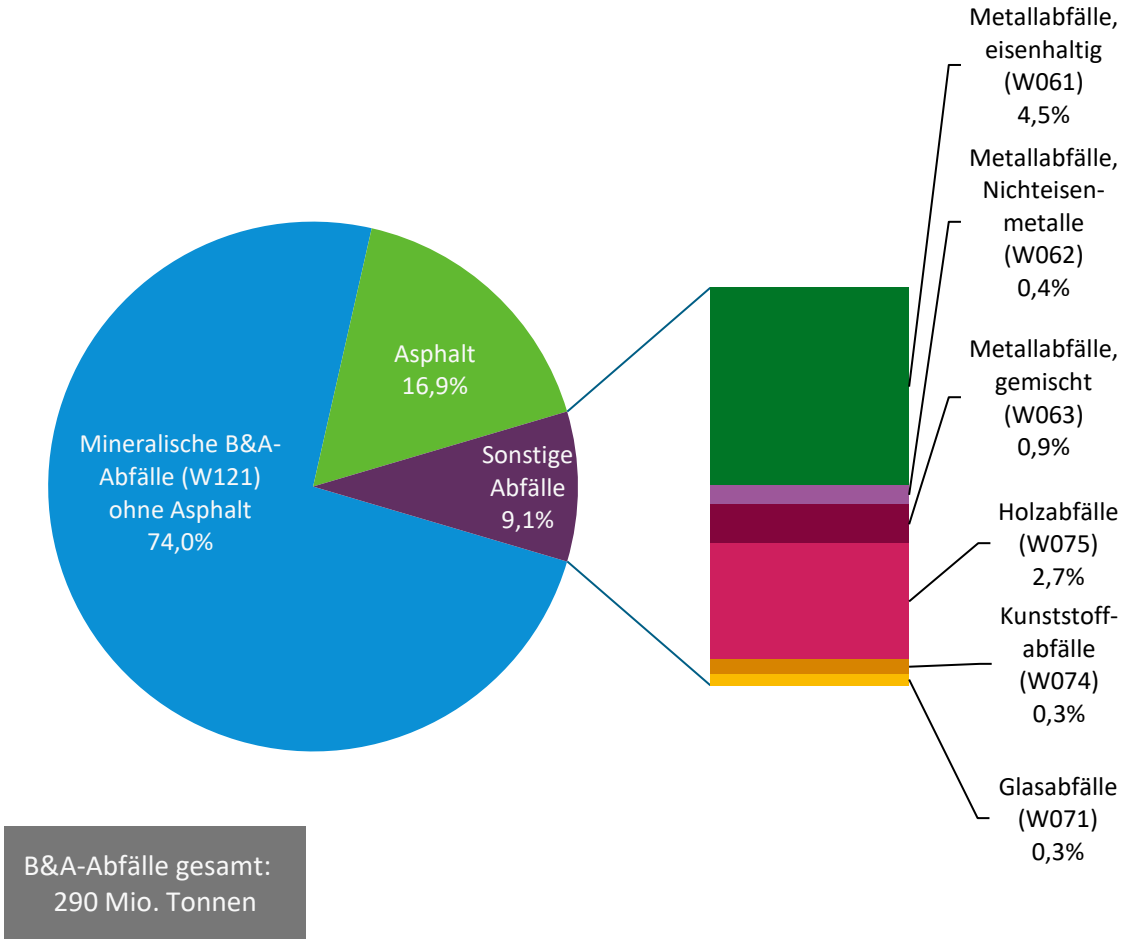
Das Aufkommen an Bau- und Abbruchabfällen in der EU27 im Jahr 2017 wird auf 290 Millionen Tonnen oder 651 kg/Kopf geschätzt. Mit 92 Millionen Tonnen erzeugt Deutschland fast ein Drittel (32 %) des Gesamtaufkommens der EU27.

Mineralische Bau- und Abbruchabfälle (ohne Asphalt) machen etwa 215 Millionen Tonnen oder 74 % des Gesamtaufkommens aus. Der Anteil des Ausbauasphalts wird auf 49 Millionen Tonnen oder 17 % des gesamten B&A-Abfalls geschätzt. Metallabfälle (W06) und Holzabfälle (W075) machen 5,9 % bzw. 2,7 % aus. Auf Kunststoff- und Glasabfälle entfallen jeweils 0,3 % des erzeugten B&A-Abfalls. Aufgrund des Schätzungsansatzes, bei dem nur der Anteil von Metall-, Holz-, Kunststoff- und Glasabfällen aus dem Bausektor berücksichtigt wird, kann der Anteil dieser Materialien unterschätzt werden. Wenn man jedoch bedenkt, dass 168 Millionen Tonnen oder 92 % der mineralischen Bau- und Abbruchabfälle in der EU27 (ohne DE) (siehe Tabelle 150 im Anhang) dem Bausektor zugerechnet werden und man davon ausgeht, dass der Anteil für andere Bau- und Abbruchabfälle ähnlich ist, ist das Fehlerpotenzial begrenzt.

Tabelle 93: B&A-Abfallaufkommen in der EU27, 2017, in 1.000 Mg

EAK-Stat-Kategorie			Aufkommen		
Beschreibung	**EAK-Stat-Schlüssel**	**EAV-Schlüssel**	**EU27 ohne DE**	**DE**	**EU27**
Mineralische Bau- und Abbruchabfälle, ohne Asphalt	W121(a)	17 01 01, 17 01 02, 17 01 03, 17 01 07, 17 05 08, 17 06 04, 17 08 02, 17 09 04	149.627	64.940	214.566
Asphalt	W121(b)	17 03 02	32.635	16.306	48.940
Metallabfälle, eisenhaltig	W061	17 04 05	6.771	6.395	13.166
Metallabfälle, Nichteisenmetalle	W062	17 04 01, 17 04 02, 17 04 03, 17 04 04, 17 04 06, 17 04 11	843	456	1.299
Metallabfälle, gemischt eisenhaltig, nicht eisenhaltig	W063	17 04 07	2.445	184	2.629
Glasabfälle	W071	17 02 02	478	258	736
Kunststoffabfälle	W074	17 02 03	894	110	1.004
Holzabfälle	W075	17 02 01	4.667	3.020	7.688
Insgesamt			**198.360**	**91.669**	**290.029**

Abbildung 39: Aufschlüsselung des Aufkommens an Bau- und Abbruchabfällen nach Abfallkategorie in der EU27, 2017



Quelle: eigene Darstellung, Argus.

Tabelle 94: B&A-Abfallaufkommen nach EAK-Stat-Schlüssel und nach Land in der EU27, 2017, in 1.000 Mg

Land	Mineralische B&A-Abfälle (W121)	Davon:		Metallabfälle, eisenhaltig (W061)	Metallabfälle, Nichteisenmetalle (W062)	Metallabfälle, gemischt (W063)	Glasabfälle (W071)	Kunststoffabfälle (W074)	Holzabfälle (W075)	B&A-Abfälle insgesamt
		Asphalt	Sonstige mineralische B&A-Abfälle							
Belgien	19.538	1.240	18.298	200	10	43	24	42	490	20.346
Bulgarien	903	162	741	25	0	0	0	0	2	930
Tschechische	3.613	2.600	1.013	91	3	0	2	4	13	3.726
Dänemark	3.701	1.165	2.536	292	35	51	18	6	183	4.286
Deutschland	81.245	16.306	64.940	6.395	456	184	258	110	3.020	91.669
Estland	812	145	667	9	0	0	0	0	5	826
Irland	494	88	406	10	2	8	10	1	5	531
Griechenland	161	29	132	11	25	0	0	1	2	201
Spanien	12.079	494	11.585	70	9	64	9	36	117	12.384
Frankreich	57.731	6.400	51.331	1.050	171	1.764	235	604	1.340	62.897
Kroatien	603	80	523	87	5	3	3	1	2	704
Italien	34.368	9.000	25.368	3.390	426	190	90	35	200	38.699
Zypern	303	54	249	1	0	1	0	0	0	306
Lettland	555	99	456	0	0	0	0	0	0	556
Litauen	862	154	707	18	1	1	0	1	1	883
Luxemburg	585	105	480	21	2	1	1	2	5	617
Ungarn	2.308	120	2.188	28	1	0	1	18	2	2.359
Malta	1.314	235	1.078	29	3	0	0	0	0	1.346
Niederlande	18.224	4.500	13.724	761	118	127	58	28	1.423	20.738
Österreich	10.952	1.650	9.302	103	10	0	6	4	129	11.205
Polen	5.094	912	4.182	377	6	1	6	31	103	5.620
Portugal	1.327	238	1.089	58	3	18	2	4	14	1.425
Rumänien	1.283	230	1.053	26	0	0	0	0	6	1.315
Slowenien	631	84	547	10	1	0	5	0	1	648
Slowakei	684	50	634	2	0	0	1	1	3	690
Finnland	1.379	1.200	179	43	3	70	0	8	264	1.767
Schweden	2.758	1.600	1.158	58	9	100	8	67	358	3.357
EU27 (ohne DE)	**182.261**	**32.635**	**149.627**	**6.771**	**843**	**2.445**	**478**	**894**	**4.667**	**198.360**
EU27	**263.507**	**48.940**	**214.566**	**13.166**	**1.299**	**2.629**	**736**	**1.004**	**7.688**	**290.029**

8.1.3 Behandlung der B&A-Abfälle

Wie in Kapitel 8.1.1 beschrieben, basiert die Schätzung der Behandlung von B&A-Abfällen für die EU27 (ohne DE) auf den WStatR-Behandlungsdaten für das Bezugsjahr 2016. Der Behandlungsmix pro EAK-Stat-Schlüssel aus dem Jahr 2016 wird als Schätzung für die Behandlung im Jahr 2017 verwendet. Die behandelten Mengen für 2017 werden dann durch Multiplikation des im vorigen Kapitel bestimmten Abfallaufkommens je EAK-Stat-Schlüssel mit dem jeweiligen Behandlungsmix bestimmt.

Tabelle 95 zeigt den Anteil der Behandlungsverfahren für jeden EAK-Stat-Schlüssel auf der Ebene der EU27 (ohne DE). Wie bereits erwähnt, beziehen sich die Behandlungsanteile für alle EAK-Stat-Kategorien, mit Ausnahme der Kategorie „Mineralische Bau- und Abbruchabfälle“ (W121), auf Abfälle aus allen Wirtschaftszweigen und spiegeln nicht die spezifische Behandlung der B&A-Abfälle wider. Während für Kunststoff- und Metallabfälle die allgemeinen Anteile der Behandlungsverfahren als plausibel angesehen werden, wurde der Behandlungsmix für Glasabfälle und für Holzabfälle angepasst:

- Die Recyclingquote für Flachglas aus Bau- und Abbruchmaßnahmen ist in der Regel niedriger als die Recyclingquote für Verpackungsglas, das mengenmäßig den größten Anteil am Glasabfallstrom hat. Der Anteil des Recyclings wurde daher von 97,5 % auf 90 % nach unten korrigiert. Der Anteil der Deponierung wurde entsprechend von 1,9 % auf 9,4 % erhöht.
- Aufgrund möglicher Verunreinigungen ist die Verwertung von Holzabfällen aus Bau- und Abbrucharbeiten in der Regel geringer als bei Holzabfällen aus anderen Quellen. Für Holz aus dem Bauwesen ist die energetische Verwertung meist die bevorzugte Option. Der Anteil des Recyclings für den gesamten Holzabfallstrom wurde daher von 55,6 % auf 30 % nach unten korrigiert. Der Anteil der energetischen Verwertung wurde entsprechend angehoben.

Die niedrigen Behandlungsraten nahe Null, z. B. in der Behandlungskategorie "Sonstige Beseitigung", sind höchstwahrscheinlich Fehlklassifizierungen einzelner Länder.

Tabelle 95: Behandlungsmix nach Abfallkategorie für die EU27 (ohne DE), basierend auf Daten für 2016, in Gewichts-%

EAK-Stat		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbrennung (D10)	Deponierung	Sonstige Beseitigung	Abfallbe-handlung
Code	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	TRT
W121(a)	Mineralische B&A-Abfälle ohne Asphalt	76,0 %	8,1 %	0,4 %	0,0 %	15,4 %	<0,05 %	100 %
W121(b)	Asphalt[1)]	90,0 %	2,0 %	0,0 %	0,0 %	8,0 %	0,0 %	100 %
W061	Metallabfälle, eisenhaltig	99,9 %	0,0 %	<0,05 %	<0,05 %	0,0 %	<0,05 %	100 %
W062	Metallabfälle, Nichteisenmetalle	99,9 %	<0,05 %	<0,05 %	<0,05 %	0,1 %	<0,05 %	100 %
W063	Metallabfälle, gemischt eisenhaltig und nicht eisenhaltig	99,9 %	<0,05 %	<0,05 %	0,0 %	0,0 %	<0,05 %	100 %
W071	Glasabfälle	90,0 %[2)]	0,5 %	<0,05 %	<0,05 %	9,4 %[2)]	0,0 %	100 %
W074	Kunststoffabfälle	74,7 %	1,0 %	18,7 %	0,5 %	5,2 %	<0,05 %	100 %
W075	Holzabfälle	30,0 %[3)]	0,0 %	68,1 %[3)]	0,7 %	1,2 %	<0,05 %	100 %

1) Der Behandlungsmix für Asphalt ist auf der Grundlage von EAPA-Daten geschätzt.
2) Der Behandlungsmix für Glasabfälle wurde angepasst; ursprüngliche WStatR-Werte: RCV_R 97,5 %; DSP_L 1,9 %
3) Der Behandlungsmix für Holzabfälle wurde angepasst; ursprüngliche WStatR-Werte: RCV_R 55,6 %; RCV_E 42,5 %

Die daraus resultierende Schätzung für die Abfallbehandlung in der EU27 (ohne DE) ist in Tabelle 96 dargestellt. Tabelle 97 zeigt die Behandlungsdaten für Deutschland. Unter Tabelle 98 werden beide Datensätze zum Gesamtwert für die EU27 addiert.

Tabelle 96: Behandelte Mengen an B&A-Abfällen in der EU27 (ohne DE), 2017, in 1 000 Mg

EAK-Stat		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbrennung (D10)	Deponie-rung	Sonstige Beseitigung	Abfallbe-handlung
Code	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	TRT
W121(a)	Mineralische B&A-Abfälle ohne Asphalt	113.699	12.168	669	4	23.087	<0,5	149.627
W121(b)	Asphalt	29.371	653	0	0	2.611	0	32.635
W061	Metallabfälle, eisenhaltig	6.765	3	<0,5	<0,5	3	<0,5	6.771
W062	Metallabfälle, Nichteisenmetalle	842	<0,5	<0,5	<0,5	1	<0,5	843
W063	Metallabfälle, gemischt eisenhaltig und nicht eisenhaltig	2.443	<0,5	<0,5	1	1	<0,5	2.445
W071	Glasabfälle	430	2	<0,5	<0,5	45	0	478
W074	Kunststoffabfälle	667	9	167	4	46	<0,5	894
W075	Holzabfälle	1.400	2	3.178	32	56	<0,5	4.667
Insgesamt		**155.619**	**12.837**	**4.014**	**41**	**25.849**	**<0,5**	**198.360**

Tabelle 97: Behandelte Mengen an B&A-Abfällen in Deutschland, 2017, in 1.000 Mg

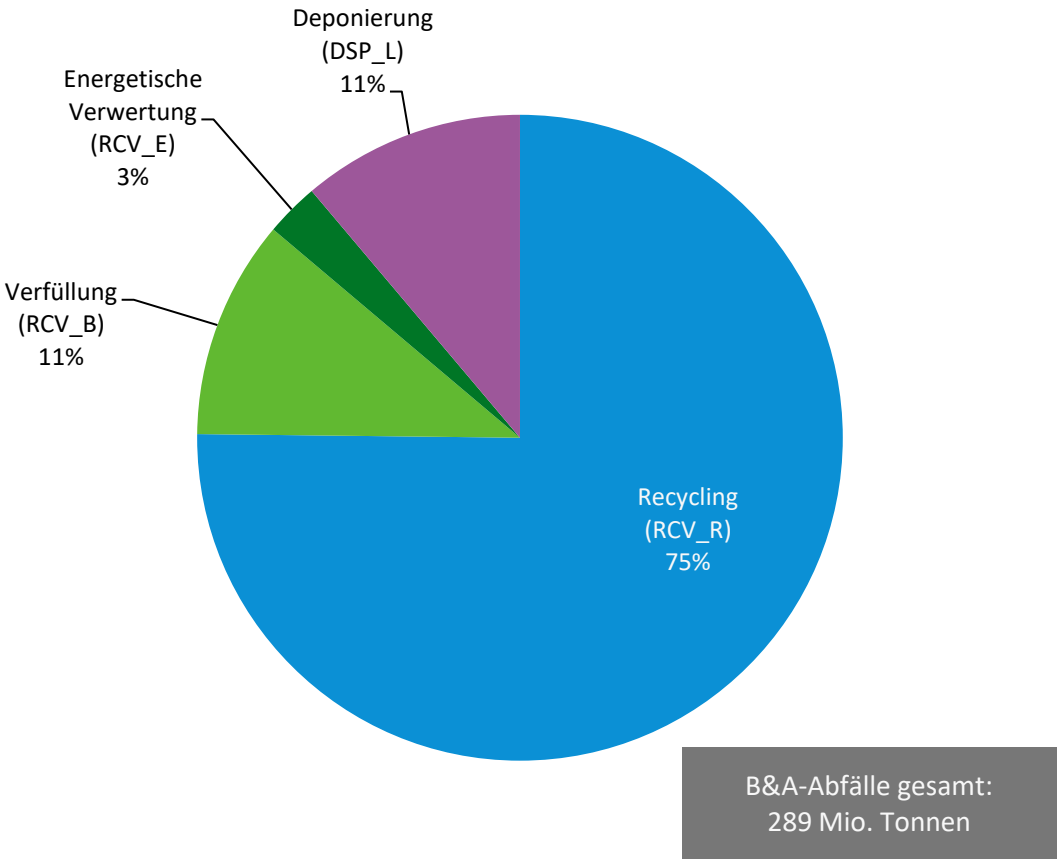
EAK-Stat		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbren-nung (D10)	Deponie rung	Sonstige Beseitigung	Abfallbe-handlung
Code	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	TRT
W121(a)	Mineralische B&A-Abfälle ohne Asphalt	38.224	18.428	1.236	0	5.640	0	63.529
W121(b)	Asphalt	15.264	400	0	0	336	0	16.000
W061	Metallabfälle, eisenhaltig	6.310	0	0	0	319	0	6.629
W062	Metallabfälle, Nichteisenmetalle	442	0	0	0	23	0	465
W063	Metallabfälle, gemischt eisenhaltig und nicht eisenhaltig	177	0	0	0	9	0	186
W071	Glasabfälle	221	0	0	0	23	0	244
W074	Kunststoffabfälle	73	0	36	0	0	0	109
W075	Holzabfälle	553	0	2.452	0	0	0	3.005
Insgesamt		**61.263**	**18.828**	**3.724**	**0**	**6.350**	**0**	**90.166**

Tabelle 98: Behandelte Mengen an B&A -Abfällen in der EU27, 2017, in 1.000 Tonnen

EAK-Stat		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbren-nung (D10)	Deponie rung	Sonstige Beseitigung	Abfallbe-handlung
Code	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	TRT
W121(a)	Mineralische B&A-Abfälle ohne Asphalt	151.924	30.597	1.905	4	28.727	<0,5	213.156
W121(b)	Asphalt	44.635	1.053	0	0	2.947	0	48.635
W061	Metallabfälle, eisenhaltig	13.075	3	<0,5	<0,5	322	<0,5	13.400
W062	Metallabfälle, Nichteisenmetalle	1.284	<0,5	<0,5	<0,5	24	<0,5	1.308
W063	Metallabfälle, gemischt eisenhaltig und nicht eisenhaltig	2.619	<0,5	<0,5	1	10	<0,5	2.630
W071	Glasabfälle	651	2	<0,5	<0,5	68	0	722
W074	Kunststoffabfälle	740	9	203	4	46	<0,5	1.002
W075	Holzabfälle	1.953	2	5.629	32	56	<0,5	7.672
Insgesamt		**216.882**	**31.665**	**7.738**	**41**	**32.200**	**<0,5**	**288.526**

Die Daten zeigen eine hohe Recyclingquote für Bau- und Abbruchabfälle von etwa 75 % für die gesamte EU27. Zusammen mit dem Anteil der verfüllten Bau- und Abbruchabfälle, der auf 11 % geschätzt wird, ergibt sich eine Verwertungsquote von 86 %. Wie in Kapitel 8.1.1 beschrieben, sind die verfüllten Mengen möglicherweise unterschätzt, da die Länder Probleme haben, die entsprechenden Daten zu erheben. Mineralische Bau- und Abbruchabfälle (ohne Asphalt) und Ausbauasphalt machen 70 % bzw. 21 % der verwerteten Mengen aus. 32 Millionen Tonnen bzw. 11 % der B&A-Abfälle werden auf Deponien entsorgt.

Abbildung 40: Aufschlüsselung der Behandlung von Bau- und Abbruchabfällen nach Behandlungsverfahren in der EU27, 2017



Quelle: eigene Darstellung, Argus.

8.1.4 Basisdaten für die THG-Bilanzierung

Tabelle 99 zeigt die Daten über den Letztverbleib von B&A-Abfällen für die EU27, die für die Bilanzierung verwendet wurden. Die behandelte Gesamtmenge ist um 730.000 Mg oder 0,3 % niedriger als die Gesamtmenge in Tabelle 98, da kleine Mengen, d. h. behandelte Mengen, die weniger als 1 % der behandelten Gesamtmenge einer Abfallkategorie ausmachen, bei der Bilanzierung nicht berücksichtigt wurden. Das Abschneidekriterium wurde getrennt für die EU27 (ohne DE) und für Deutschland angewendet, d. h. das EU27-Aggregat wurde nach Anwendung des Abschneidekriteriums gebildet.

Zu den behandelten Mengen, die aufgrund des Abschneidekriteriums ausgeschlossen wurden, gehören:

- Verfüllung mit anderen Materialien als mineralischen Abfällen und Asphalt;
- Verbrennung und energetische Verwertung von mineralischen Abfällen (ohne Asphalt);
- Sonstige Beseitigung aller Abfallkategorien.

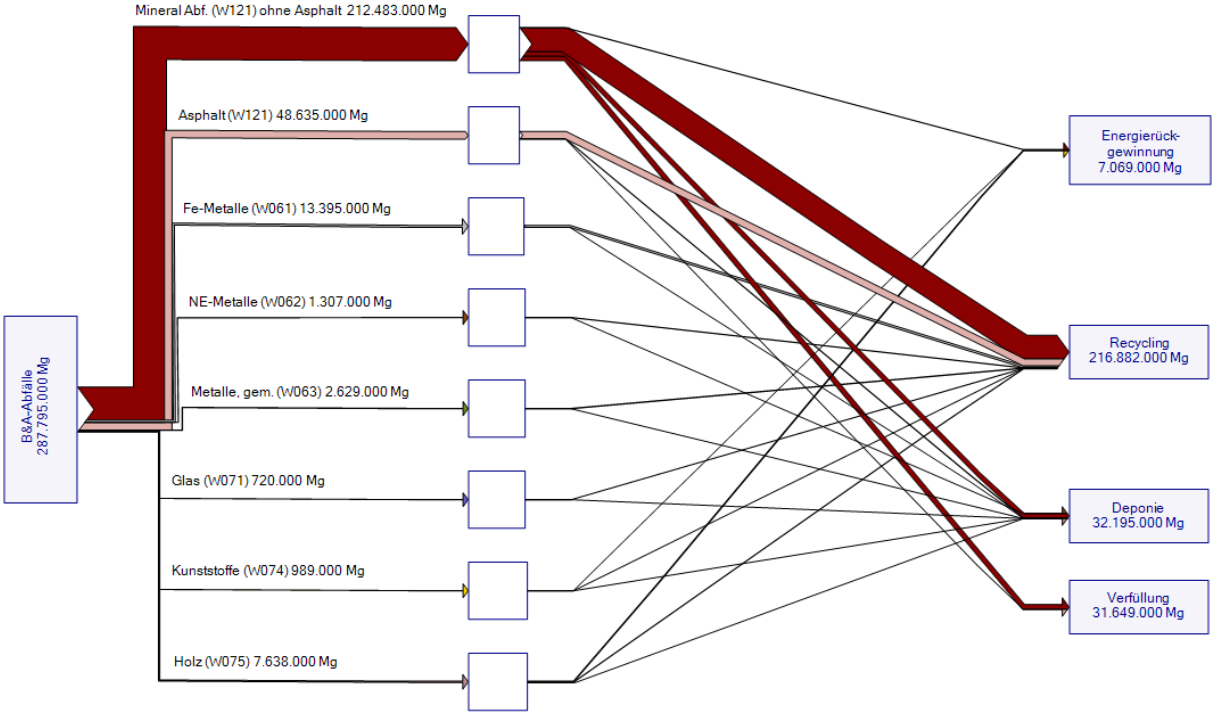
In Abbildung 41 sind die Mengen aus Tabelle 99 als Sankey-Diagramm dargestellt und Abbildung 42 zeigt den Letztverbleib der B&A-Abfälle als Balkendiagramm nach Abfallkategorien. Beide Darstellungen verdeutlichen, dass die B&A-Abfälle mengenmäßig durch "mineralische Abfälle" (W121) geprägt sind. Diese Abfallfraktion macht 74 % der Gesamtmenge aus. Danach folgt die von den "mineralischen Abfällen" getrennt betrachtete Asphaltmenge mit

einem Massenanteil von 17 %. Bei den übrigen Abfallfraktionen machen Fe-Metalle und Holz 5 % bzw. 3 % der Gesamtmenge aus. Der Anteil der übrigen Abfallfraktionen liegt bei oder unter 1 %.

Tabelle 99: Basisdaten für die Bilanzierung der Behandlung von Bau- und Abbruchabfällen für die EU27, 2017, in 1.000 Tonnen

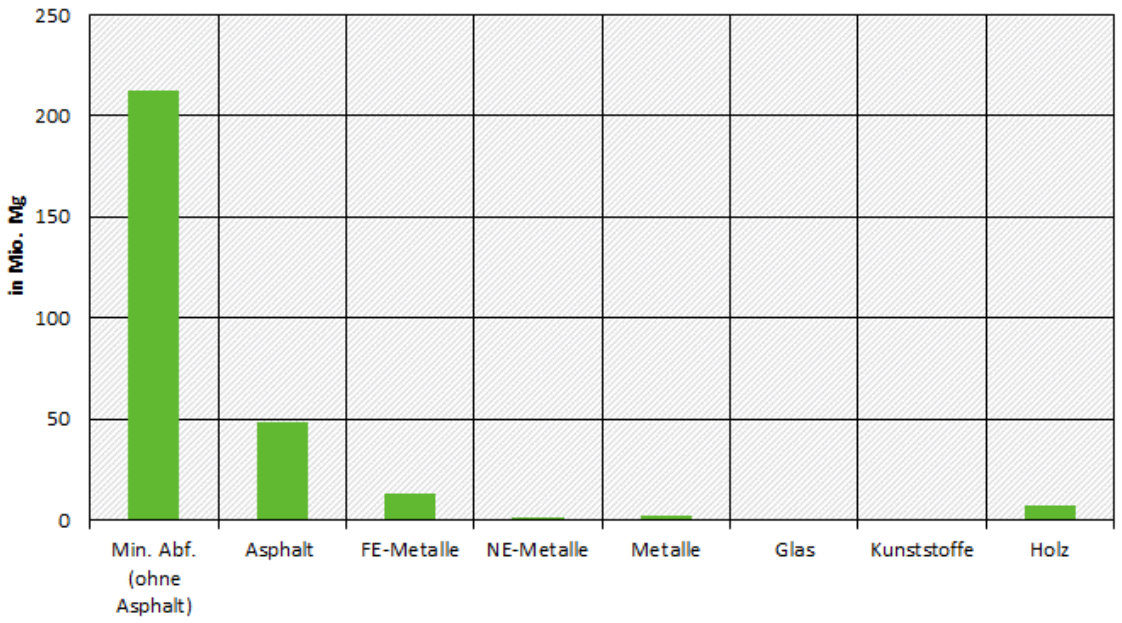
EAK-Stat-Schlüssel		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbrennung (D10)	Deponierung	Sonstige Beseitigung	Abfallbehandlung
Schlüssel	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	TRT
W121(a)	Mineralische Abfälle ohne Asphalt	151.924	30.597	1.236	0	28.727	0	212.483
W121(b)	Asphalt	44.635	1.053	0	0	2.947	0	48.635
W061	Fe-Metalle	13.075	0	0	0	319	0	13.395
W062	NE-Metalle	1.284	0	0	0	23	0	1.307
W063	Metalle	2.619	0	0	0	9	0	2.629
W071	Glasabfälle	651	0	0	0	68	0	720
W074	Kunststoffabfälle	740	0	203	0	46	0	989
W075	Holzabfälle	1.953	0	5.629	0	56	0	7.638
Insgesamt		**216.882**	**31.649**	**7.069**	**0**	**32.195**	**0**	**287.795**

Abbildung 41: Sankey-Diagramm B&A-Abfälle EU27 2017



Die im Sankey-Diagramm angegebenen Beträge sind gerundete Werte.
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Abbildung 42: Abfallmengen für den Letztverbleib von B&A-Abfällen EU27 2017



Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

8.2 Vorgehen Bilanzierung und Kenndaten Abfallfraktionen

Die Datenbasis für B&A-Abfälle ist für die EU27 (ohne DE) und für Deutschland identisch. Alle Mengenangaben – die für die EU27 und die für Deutschland – sind nach dem gleichen Vorgehen aus europäischen Statistiken abgeleitet. Daher ist für Deutschland keine gesonderte Bilanzierung von B&A-Abfällen mit den Emissionsfaktoren für Strom und Wärme der EU27 erforderlich. Für das Szenario 2030 wird für die EU27 das Szenario 2 der deutschen Bilanz verwendet.

Die Berechnung der B&A-Abfälle basiert auf den im vorherigen Kapitel aufgeführten Abfallfraktionen und dem angegebenen Letztverbleib. Das Vorgehen zur Bilanzierung wird im Folgenden für die verschiedenen Abfallfraktionen beschrieben.

Trockene Wertstoffe (W061, W062, W063, W071, W072, W074)

Die trockenen Wertstoffe aus den B&A-Abfällen – Metalle, Glas und Kunststoffe – werden nach dem Letztverbleib hauptsächlich dem Recycling zugeführt. Etwa 2 % der Eisen- und Nichteisenmetallfraktionen werden auch deponiert, bei Glas sind es 9 % und bei Kunststoffen 5 %. 21 % der Kunststoffe werden auch zur energetischen Verwertung genutzt.

Die Bilanzierung für das Recycling von trockenen Wertstoffen erfolgt auf die gleiche Weise wie die Bilanzierung für trockene Wertstoffe bei den Siedlungsabfällen wie sie in Kapitel 4.2.6 beschrieben ist. Im Gegensatz zu den P&G-Abfällen, für die teilweise höhere Ausbeuten angenommen wurden (Tabelle 19), da es sich nicht um Abfälle aus der Nachnutzung handelt, wurden für die trockenen Wertstoffe aus B&A-Abfällen keine begründeten Abweichungen gegenüber den trockenen Wertstoffen aus Siedlungsabfällen gesehen.

Die Aufteilung der gemischten Metalle in Fe- und NE-Metalle basiert auf der Aufteilung der reinen Fraktionen und ergibt für die Metalle aus B&A-Abfällen in der EU27 zu 91 % Fe-Metalle und 9 % NE-Metalle (Tabelle 20).

Bei der Deponierung von Metallen, Glas und Kunststoffen entstehen aufgrund ihres inerten oder fossilen Charakters keine THG-Emissionen. Wie bei den P&G-Abfällen wurden die Kenndaten – Heizwert und fossiler C-Gehalt – für die anteilige energetische Verwertung von Kunststoffen entsprechend dem Marktmix für Kunststoffe in der EU27 berechnet (Heizwert: 34,7 MJ/kg; fossiler Kohlenstoffgehalt: 71,2 %). Die Berechnung der Energieerzeugung in TAB entspricht dem in Kapitel 4.2.4 beschriebenen Vorgehen. Die Wirkungsgrade entsprechen den berechneten Werten in Tabelle 15 für die EU27.

Holz (W075)

Holzabfälle aus B&A-Abfällen wurden im Jahr 2017 in der EU27 zu 74 % energetisch verwertet und zu 26 % recycelt. Die Bilanzierung entspricht dem in Kapitel 4.2.8 beschriebenen Vorgehen. Die sehr geringe Menge zur Deponierung aus der EU27 (ohne DE) ist ein Relikt des notwendigen Vorgehens für das Abschneidekriterium, das für die EU27 (ohne DE) und für Deutschland getrennt durchgeführt werden musste, um im aggregierten 2030 Szenario zu den gleichen Gesamtmengen zu kommen, und wurde vernachlässigt.

Mineralische Abfälle (W121) ohne Asphalt

Im Jahr 2017 wurden in der EU27 71 % der mineralischen Abfälle, die den größten Teil der B&A-Abfälle ausmachen, recycelt. 14 % wurden verfüllt und 14 % auf Deponien abgelagert. Der verbleibende Anteil von knapp 1 % für die energetische Verwertung ergibt sich aus der Bilanz für Deutschland (Abschneidekriterium separat angewendet) und ist wie im Teilbericht Deutschland beschrieben berechnet. Für das Recycling wurde der Einsatz im Straßen- und Wegebau oder für sonstigen Erdbau angenommen. Da es sich bei dieser Abfallfraktion um Inertmaterial handelt, entstehen bei der Entsorgung keine THG-Emissionen. Belastungen resultieren ausschließlich aus dem Transport, dessen Einfluss trotz des vergleichsweise hohen Massenanteils von geringer Bedeutung ist. Gleiches gilt für die verfüllten Mengen.

Asphalt (W121)

Für die Bilanzierung wird Asphalt getrennt von der mineralischen Abfallfraktion betrachtet, da es sich um eine andere Art des Recyclings handelt, bei der Recyclingasphalt wieder in Asphaltmischanlagen eingesetzt wird. Insgesamt wurden in der EU27 im Jahr 2017 92 % des Asphalts recycelt, 2 % verfüllt und 6 % deponiert. Abgesehen von den Transportaufwendungen sind für die Deponierung und Verfüllung keine weiteren THG-Emissionen berechnet, da das inerte Material keinem biologischen Abbau unterliegt.

Das Recycling von Asphalt in Asphaltmischanlagen ersetzt teilweise Bitumen. Nach Vogt et al. (2012) liegt der Anteil von Frischbitumen in Asphaltprodukten bei etwa 4 %. Dieser Anteil kann durch die Verwendung von Recycling-Asphalt in gleicher Menge ersetzt werden. Nach Angaben eines Betreibers verursacht die Herstellung von neuem Bitumen etwa 13 kg CO_2/Mg neuen Asphalts. Dieser Wert wurde auch für diese Studie verwendet.

8.3 Beschreibung THG-Bilanzszenarien 2030

Für B&A-Abfälle in der EU27 wird ein Zukunftsszenario für das Zieljahr 2030 entwickelt, das als *B&A EU27 2030* bezeichnet wird. Die Szenarien für die EU27 (ohne DE) und für Deutschland wurden separat entwickelt und dann zum EU27-Szenario aggregiert. Der folgende Text beschreibt die Annahmen für das EU27-Szenario (ohne DE). Die Entwicklung des Szenarios für Deutschland (*B&A 2030 SZ2*) wird in dem Teilbericht Deutschland beschrieben.

8.3.1 Szenarioannahmen für die EU27 (ohne DE) für 2030

Abfallaufkommen

Die Menge an B&A-Abfällen in der EU27 (ohne DE) schwankte zwischen 2010 und 2016 zwischen 185 Millionen Tonnen und 215 Millionen Tonnen und zeigte keinen klaren Trend. Es wird davon ausgegangen, dass die für 2017 geschätzte Menge von 198 Millionen Tonnen für die EU26 bis 2030 konstant bleiben wird.

Ein Vergleich zwischen Ländern mit weniger und höher entwickelten Abfallwirtschaftssystemen zeigt, dass letztere in der Regel einen höheren Anteil an Metallen, Holz und Glas in Bauabfällen aufweisen. Wir gehen davon aus, dass dies auf eine bessere Separierung der Wertstoffe zurückzuführen ist.

Für das Szenario 2030 wird angenommen, dass die Separierung dieser Wertstoffe in der EU27 (ohne DE) dem Niveau der höher entwickelten Länder insgesamt entsprechen wird. Da das Gesamtaufkommen als konstant angenommen wird, führt diese Annahme zu einem höheren Aufkommen an Metall-, Holz- und Glasabfällen, während das Aufkommen der Abfallkategorie "Mineralische Bau- und Abbruchabfälle" (W121), die auch gemischte Bau- und Abbruchabfälle (EAV 170904) enthält, entsprechend sinkt.

Behandlung

Bei der Abfallbehandlung wird davon ausgegangen, dass der Behandlungsmix für die verschiedenen Abfallkategorien der weniger entwickelten Länder bis 2030 dem Behandlungsmix der Länder mit weiter entwickelten Abfallwirtschaftssystemen entsprechen wird. Auf dieser Grundlage werden die folgenden Annahmen für die Behandlung von Bau- und Abbruchabfällen getroffen:

- Bei mineralischen Bau- und Abbruchabfällen (W121) (ohne Asphalt) nimmt das Recycling um 4 Prozentpunkte zu, während die Deponierung um den gleichen Prozentsatz abnimmt.
- Bei Asphalt nimmt das Recycling um 3 Prozentpunkte zu, während die Deponierung um den gleichen Prozentsatz abnimmt.
- Der Behandlungsmix für Metalle, Glas, Kunststoffe und Holz wird als konstant angenommen.

8.3.2 Behandlung von B&A-Abfällen gemäß dem EU27-Szenario für 2030 (B&A-Abfälle EU27 2030)

Die Aggregation des Szenarios für die EU27 (ohne DE) und des Szenarios 2 für Deutschland (*B&A 2030 SC2*) führt zu der B&A-Abfallbehandlung, die in Tabelle 100 gezeigt wird. Die Veränderungen vom Basisjahr 2017 bis 2030, die in Tabelle 101 dargestellt sind, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Zunahme der Verwertung um 13,2 Millionen Tonnen, verteilt auf die Fraktionen W121 ohne Asphalt (+9,1 Millionen Tonnen), Asphalt (+2,0 Millionen Tonnen), Metalle (+1,3 Millionen Tonnen), Holz (+0,6 Millionen Tonnen), Glas (+0,1 Millionen Tonnen) und Kunststoffe (+0,02 Millionen Tonnen).
- Rückgang der Deponierung um 7,0 Millionen Tonnen, davon 5,8 Millionen Tonnen W121 und 1,1 Mio. Tonnen Asphalt.
- Verringerung der Verfüllung von W121 um 6,7 Millionen Tonnen.
- Steigerung der energetischen Verwertung von Holz um 0,7 Millionen Tonnen.

Tabelle 100: Behandelte Mengen an Bau- und Abbruchabfällen in der EU27 im Jahr 2030 gemäß Szenario, in 1 000 Tonnen

EAK-Stat		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbren-nung (D10)	Deponie rung	Sonstige Beseitigung	Abfallbe-handlung
Code	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	TRT
W121(a)	Mineralische B&A-Abfälle ohne Asphalt	160.993	23.911	1.236	0	22.928	0	209.069
W121(b)	Asphalt	46.598	907	0	0	1.843	0	49.349
W061	Metallabfälle, eisenhaltig	14.347	0	0	0	187	0	14.534
W062	Metallabfälle, Nichteisenmetalle	1.440	0	0	0	13	0	1.453
W063	Metallabfälle, gemischt eisenhaltig und nicht eisenhaltig	2.616	0	0	0	5	0	2.621
W071	Glasabfälle	767	0	0	0	70	0	837
W074	Kunststoffabfälle	758	0	194	0	47	0	999
W075	Holzabfälle	2.555	0	6.307	0	71	0	8.934
Insgesamt		**230.074**	**24.818**	**7.738**	**0**	**25.165**	**0**	**287.795**

Tabelle 101: Änderungen der behandelten Mengen zwischen dem Basisjahr 2017 und dem Szenario 2030 für die EU27, in 1 000 Tonnen

EAK-Stat		Recycling	Verfüllung	Energetische Verwertung (R1)	Verbren-nung (D10)	Deponie rung	Sonstige Beseitigung	Abfallbe-handlung
Code	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	TRT
W121(a)	Mineralische B&A-Abfälle ohne Asphalt	9.069	-6.685	0	-	-5.798	-	-3.415
W121(b)	Asphalt	1.963	-146	-	-	-1.103	-	714
W061	Metallabfälle, eisenhaltig	1.272	-	-	-	-133	-	1.140
W062	Metallabfälle, Nichteisenmetalle	155	-	-	-	-9	-	146
W063	Metallabfälle, gemischt eisenhaltig und nicht eisenhaltig	-3	-	-	-	-4	-	-7
W071	Glasabfälle	116	-	-	-	1	-	117
W074	Kunststoffabfälle	18	-	-9	-	1	-	10
W075	Holzabfälle	602	-	678	-	16	-	1.295
Insgesamt		**13.192**	**-6.831**	**669**	**-**	**-7.030**	**-**	**0**

8.4 Ergebnisse THG-Bilanzen

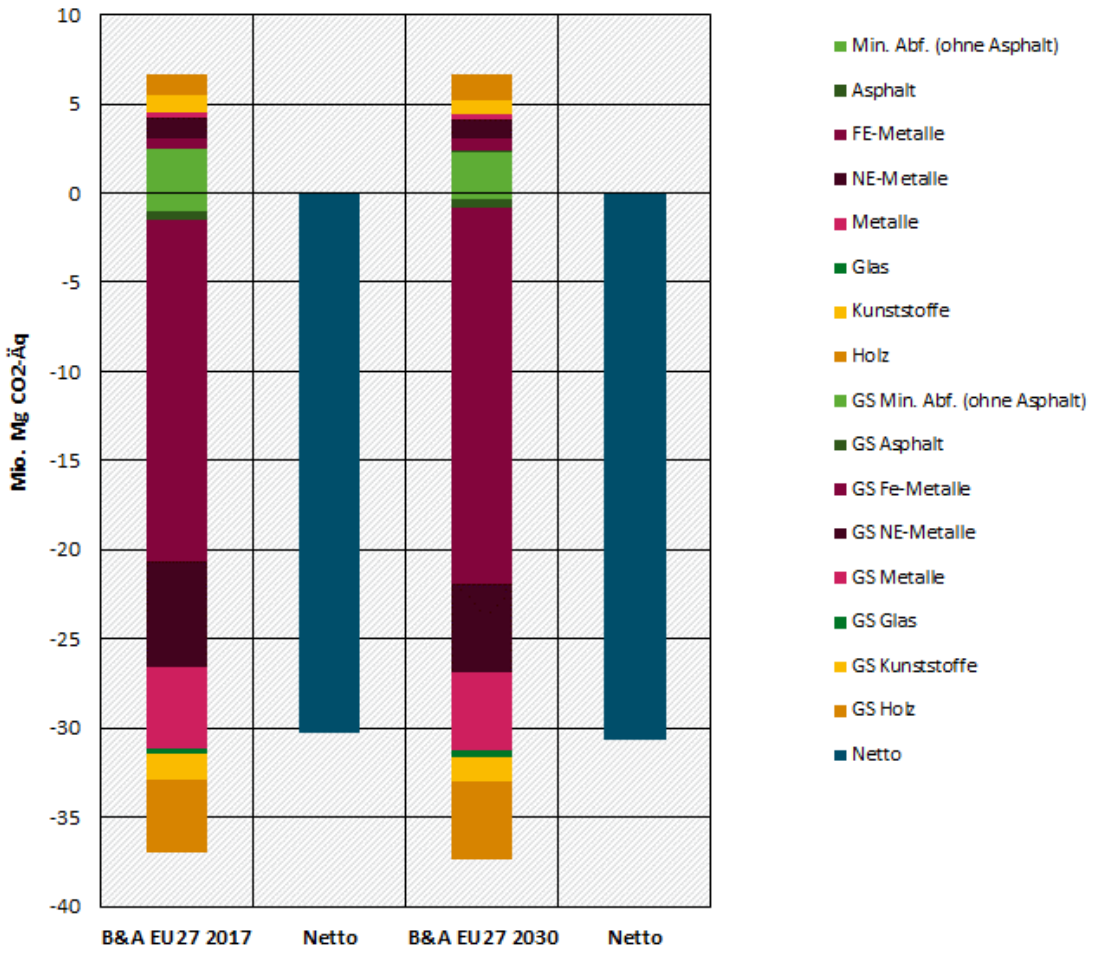
In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der THG-Bilanz für das Basisjahr 2017 vorgestellt (Tabelle 99) im Vergleich zu dem oben beschriebenen Szenario 2030. Grundsätzlich sind die Ergebnisse aufgrund der Datenunsicherheiten und Datenlücken als orientierend zu verstehen. In den Abbildungen werden die folgenden Begriffe verwendet:

- Basis 2017: "B&A EU27 2017"
- Szenario 2030: "B&A EU27 2030"

Abbildung 43 stellt die absoluten Ergebnisse nach Belastungen und Gutschriften für jede Abfallfraktion sowie das gesamte Nettoergebnis im Jahresvergleich dar. Für das **Basisjahr 2017**

ergibt sich ein **absolutes Nettoentlastungspotenzial von -30,3 Mio. Tonnen CO_2-Äq**. Die zugrundeliegenden Belastungen belaufen sich auf ca. 6,7 Mio. Tonnen CO_2-Äq, die Gutschriften auf ca. -37 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Es wird deutlich, dass Metalle und Holz einen wesentlichen Beitrag zum Ergebnis leisten, obwohl sie nach Masse nur 8,7 % der Gesamtabfallmenge ausmachen. Getrennt erfasste Kunststoffe und Glas haben nur einen Massenanteil von < 0,5 % und spielen daher im absoluten Gesamtergebnis keine Rolle. Die mineralischen Abfälle, die die Hauptmasse ausmachen, zeigen eine Nettobelastung. Die Behandlung der inerten Hauptmasse selbst ist nicht mit THG-Emissionen verbunden. Die berücksichtigten Transporte sind im Gesamtergebnis trotz der hohen Massenanteile von untergeordneter Bedeutung. Die geringe Menge an mineralischen Abfällen zur energetischen Verwertung aus der Bilanz für Deutschland ist in der EU27-Bilanz unbedeutend.

Abbildung 43: Vergleich der Szenarien B&A-Abfälle EU27



GS: Gutschrift oder Emissionseinsparungspotenzial
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Das **Szenario 2030** hat ein leicht höheres **absolutes Nettoentlastungspotenzial von rund -30,7 Mio. Tonnen CO_2-Äq**. Die Höhe der zugrundeliegenden Belastungen ist gegenüber dem Basisjahr nahezu unverändert, während die Gutschriften auf -37,4 Mio. Tonnen CO_2-Äq ansteigen. Die Unterschiede zwischen den Szenarien sind im Vergleich zu Siedlungsabfällen und P&G-Abfällen weniger ausgeprägt. Dies ist auf den Haupteinfluss von Fe-Metallen auf das Ergebnis zurückzuführen. Das Recycling von Fe-Metallen wird in den 2030 Szenarien kaum

durch die Defossilisierung beeinflusst. Der Anstieg des Nettoentlastungspotenzials geht ebenfalls hauptsächlich auf Fe-Metalle zurück, für die im Szenario 2030 eine Umlenkung aus mineralischen Abfällen zur getrennten Erfassung angenommen ist.

Tabelle 102 zeigt die gesamten THG-Nettoergebnisse für B&A-Abfälle nach Abfallfraktionen in absoluten Werten, spezifisch pro Kopf und pro Tonne für das Basisjahr 2017 und das Szenario 2030.

Tabelle 102: Absolute und spezifische Nettoergebnisse nach Abfallfraktion - B&A-Abfall EU27 2017 und 2030

Abfallfraktion	Absolut	Absolut	Spezifisch pro Kopf[1]	Spezifisch pro Kopf[1]	Spezifisch pro Tonne	Spezifisch pro Tonne
B&A-Abfall	**2017**	**2030**	**2017**	**2030**	**2017**	**2030**
	Mio. Mg CO_2-Äq		kg CO_2-Äq/E		kg CO_2-Äq/Mg	
Min. Abfall (ohne Asphalt)	1,46	2,01	3,3	4,5	7	10
Asphalt	-0,43	-0,46	-1,0	-1,0	-9	-9
Fe-Metalle	-18,62	-20,43	-41,8	-45,9	-1.390	-1.406
NE-Metalle	-4,78	-3,89	-10,7	-8,7	-3.657	-2.678
Metalle	-4,26	-4,02	-9,6	-9,0	-1.623	-1.534
Glas	-0,31	-0,36	-0,7	-0,8	-430	-433
Kunststoffe	-0,47	-0,65	-1,0	-1,4	-471	-650
Holz	-2,87	-2,88	-6,4	-6,5	-376	-323
Summe/Durchschnitt	**-30,28**	**-30,68**	**-68,0**	**-68,9**	**-105**	**-107**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 445.529.136 in 2017 (Tabelle 27)

Ausgehend von den **spezifischen Nettoergebnissen nach Abfallfraktionen pro Tonne Abfall lassen sich** die Unterschiede in den Ergebnissen wie folgt erklären:

Wie bereits bei den P&G-Abfällen (und den Metallen bei den Siedlungsabfällen) weisen Fe-Metalle, Mischmetalle (91 % Fe-Metalle) und insbesondere NE-Metalle hohe spezifische Nettoentlastungspotenziale auf. Die Produktion von Roheisen und Aluminium ist mit vergleichsweise hohen THG-Emissionen verbunden. Die Abfallfraktionen Glas und Holz weisen in beiden Szenarien Nettoentlastungen in ähnlicher Größenordnung auf. Im Gegensatz dazu liegt das Nettoentlastungspotenzial für Kunststoffe im Jahr 2017 auf ähnlichem Niveau wie bei Glas und Holz, ist aber im Jahr 2030 deutlich höher. Das Nettoentlastungspotenzial für Asphalt ist vergleichsweise gering. Die Behandlung von mineralischen Abfällen (ohne Asphalt) weist eine geringe Belastung im spezifischen Nettoergebnis auf.

Im Szenario 2030 werden die spezifischen Nettoergebnisse durch die Defossilisierung und/oder durch angenommene Optimierungen verändert. Die Veränderungen durch die Defossilisierung des Energiesystems für die trockenen Wertstoffe wurden bereits für die Siedlungsabfälle ausführlicher beschrieben (vgl. Kapitel 5.5.1.1). Die Auswirkungen auf Fe-Metalle und Glas sind gering. Bei NE-Metallen, die als Aluminium bilanziert sind, ist die spezifische Nettoentlastung aufgrund der geschätzten geringeren THG-Belastung der stromintensiven Primärproduktion

geringer. Dies wird durch die angenommene Abkehr von der Deponierung zum Recycling etwas ausgeglichen.

Im Falle von Kunststoffabfällen erhöht sich das spezifische Nettoentlastungspotenzial vor allem aufgrund der geringeren THG-Belastung durch den Strombedarf (Defossilisierung) für die Aufbereitung und auch aufgrund der Umlenkung von der energetischen Verwertung (R1) zum Recycling (Verringerung der fossilen CO_2 Emissionen aus der Verbrennung). Der Einfluss der angenommenen Steigerung der Ausbeute beim Kunststoffrecycling auf die Ergebnisse ist gering.

Bei Holz ist das leicht reduzierte spezifische Nettoentlastungspotenzial vor allem auf die geringeren Gutschriften für die Energieerzeugung (Defossilisierung) zurückzuführen, die nur teilweise durch die für 2030 angenommene höhere Wärmenutzung kompensiert werden. Darüber hinaus führt der leicht erhöhte Anteil des Recyclings zu einem geringeren Nettoentlastungspotenzial, da das Recycling zu Spanplatten mit geringeren spezifischen Nettoentlastungen verbunden ist (siehe Kapitel 4.2.8).

9 Ergebnisse EU27 im Überblick

Die Ergebnisse für die EU27 aus den Bilanzbereichen – Siedlungsabfälle, P&G-Abfälle sowie B&A-Abfälle – werden hier zusammengefasst. Die Ergebnisse für die Sonderbilanz Lebensmittelabfälle werden ebenfalls erwähnt, sie sind jedoch nicht additiv, sondern eine Teilmenge der Bilanzbereiche Siedlungsabfälle und P&G-Abfälle. Grundsätzlich sind die Ergebnisse für P&G-Abfälle, B&A-Abfälle und Lebensmittelabfälle aufgrund von Datenunsicherheiten und Datenlücken als orientierend zu verstehen (vgl. Kapitel 1).

Für den Gesamtüberblick über die aktuelle Situation in der EU27 und die potenzielle Situation im Jahr 2030 werden die folgenden Szenarien verwendet:

- SiAbf: Basis 2017 und Leitszenario 2030
- P&G-Abfall: Basis 2017 und Szenario 2030
- B&A-Abfall: Basis 2017 und Szenario 2030

Abbildung 44 zeigt die absoluten Nettoergebnisse der drei Herkunftsbereiche nach Abfallfraktionen. Unter "Metalle" sind die THG-Ergebnisse für P&G- und B&A-Abfälle für Fe-Metalle, NE-Metalle und Metalle zusammengefasst. Unter "Sonstige" sind die Ergebnisse für Krankenhausabfälle, Haushaltsabfälle und ähnliche Abfälle, Verbrennungsrückstände und andere mineralische Abfälle für P&G-Abfälle und die Ergebnisse für mineralische Abfälle und Asphalt für B&A-Abfälle zusammengefasst.

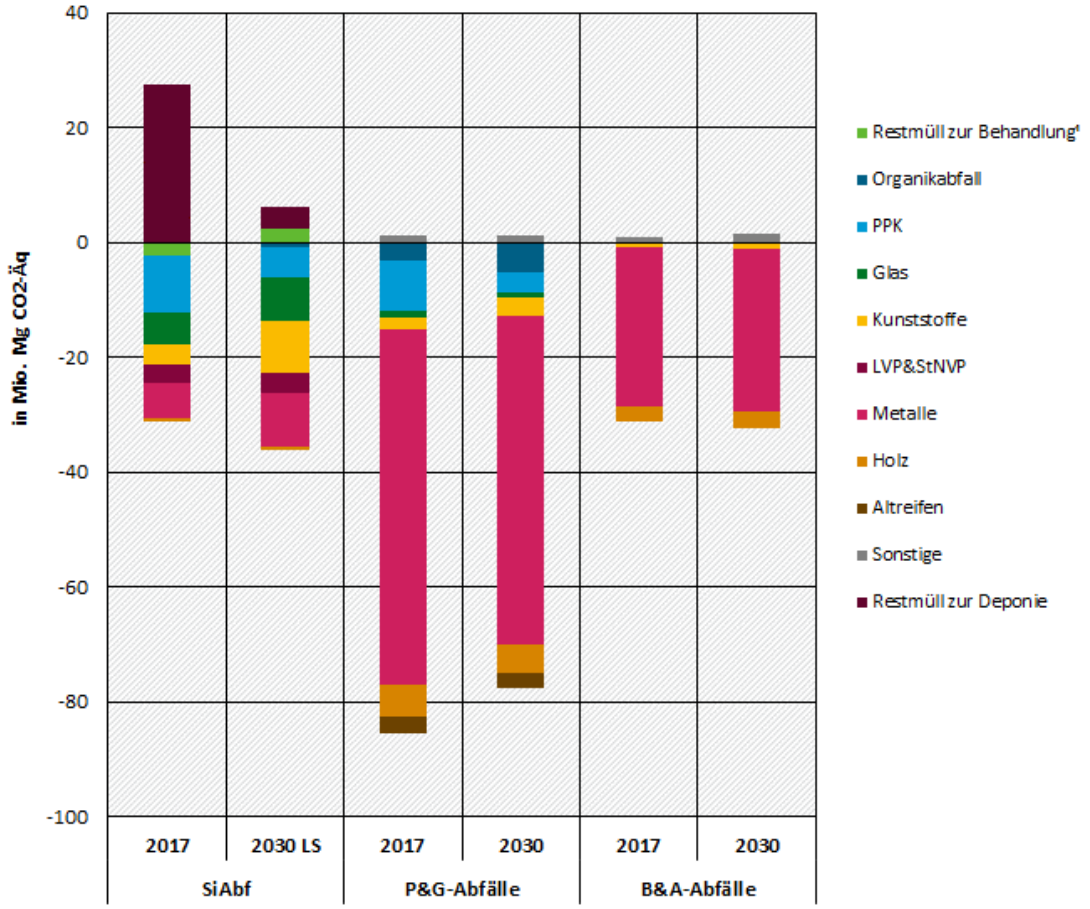
Die Übersicht zeigt recht unterschiedliche Ergebnisse für die drei Herkunftsbereiche. Die mit Abstand höchsten Nettoeinsparpotenziale ergeben sich bei den P&G-Abfällen und werden von den Metallen dominiert, die einen Massenanteil von 15 % (33,7 Mio. Tonnen) haben. Die übrigen Beiträge stammen von anderen trockenen Wertstoffen, Holz, Organikabfällen und Altreifen. Die Ergebnisse für B&A-Abfälle sind ebenfalls von Metallen dominiert. In absoluten Zahlen sind die Einsparpotenziale etwa halb so hoch wie für die Metalle der P&G-Abfälle, da die Menge der Metalle in B&A-Abfällen in de rEU27 nur etwa halb so hoch ist wie bei P&G-Abfällen. Weitere, wenn auch sehr viel geringere Beiträge ergeben sich aus Holz, der Effekt der übrigen Fraktionen ist vernachlässigbar. Das Ergebnis für Siedlungsabfälle ist im Jahr 2017 von Restmüll zur Deponie dominiert und erreicht daher insgesamt nur ein geringes Nettoentlastungspotenzial. Dieses wird im Leitszenario 2030 vor allem durch die Abkehr von der Deponierung und durch vermehrtes Recycling deutlich verbessert. Im Jahr 2030 liegt das gesamte Nettoentlastungspotenzial in der Größenordnung desjenigen für B&A-Abfälle. Beiträge zum Nettoentlastungspotenzial ergeben sich vor allem aus trockenen Wertstoffen, wobei der Beitrag für getrennt erfasste Metalle aufgrund der geringeren Mengen (3,9 Mio. Mg in 2017 und 6,6 Mio. Mg in 2030 LS) deutlich geringer ist als der für P&G- und auch B&A-Abfälle.

Insgesamt ergibt sich durch die Abfallbehandlung in den drei Herkunftsbereichen ein **absolutes Nettoentlastungspotenzial von -117,9 Mio. Tonnen CO_2-Äq für die EU27** für das Bilanzjahr **2017**. Die zugrundeliegenden Belastungen belaufen sich auf insgesamt rund 110,6 Mio. Tonnen CO_2-Äq und das Entlastungspotenzial auf rund -228,5 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Für die Szenarien für das Jahr **2030 ergibt** sich ein **absolutes Nettoentlastungspotenzial von insgesamt rund -137,3 Mio. Tonnen CO_2-Äq**. Die zugrundeliegenden Belastungen belaufen sich auf etwa 84,76 Mio. Tonnen CO_2-Äq und das Entlastungspotenzial auf etwa -222,02 Mio. Tonnen CO_2-Äq. Die Ergebnisse für die verschiedenen Herkunftsbereiche sind in den jeweiligen Kapiteln detailliert erläutert.

Tabelle 103 zeigt einen Überblick über die Abfallmengen sowie die absoluten und spezifischen Nettoergebnisse nach Herkunftsgebieten bzw. Bilanzräumen und als Gesamtsumme bzw.

spezifische Durchschnittswerte. Bezogen auf das Gesamtaufkommen ist der Anteil von Siedlungsabfällen und P&G-Abfällen ähnlich hoch (29 % bzw. 31 %). B&A-Abfälle machen 40 % aus, wobei 91 % aus mineralischen Abfällen (einschließlich Asphalt) bestehen, die nur geringfügige THG-Effekte beitragen.

Abbildung 44: Abfall EU27 - absolute THG-Nettoergebnisse nach Herkunft und Abfallfraktion



1) Umfasst die Behandlung durch TAB, MBA und MA
Quelle: eigene Darstellung, ifeu.

Tabelle 103: Abfall EU27 - Mengen und absolute sowie spezifische Nettoergebnisse nach Herkunftsgebiet

Bilanzraum	Menge	THG absolut	THG absolut	Spezifisch pro Kopf[1]	Spezifisch pro Kopf[1]	Spezifisch pro Tonne	Spezifisch pro Tonne
		2017	2030	2017	2030	2017	2030
	Mio. Mg	Mio. Mg CO_2-Äq		kg CO_2-Äq/E		kg CO_2-Äq/Mg	
SiAbf	209,4	-3,5	-30,0	-8	-67	-17	-143
P&G-Abfall	223,8	-84,1	-76,6	-189	-172	-376	-342
B&A-Abfall	287,8	-30,3	-30,7	-68	-69	-105	-107
Insgesamt	**720,9**	**-117,9**	**-137,3**	**-265**	**-308**	**-163**	**-190**

1) Berechnet mit Bevölkerungszahl von 445.529.136 in 2017 (Tabelle 27)

Die Studie zeigt, dass die Siedlungsabfälle bei weitem den größten Einfluss auf das Gesamtpotenzial zur Reduzierung der THG-Emissionen haben.

Die Sonderbilanz Lebensmittelabfälle hat mit insgesamt rund 31,5 Mio. Tonnen Abfällen aus den Bilanzbereichen Siedlungsabfälle und P&G-Abfälle einen geringen Anteil an der Gesamtmenge. Das absolute Nettoentlastungspotenzial für Lebensmittelabfälle liegt im Basisvergleich bei rund -2,2 Mio. Mg CO_2-Äq für 2017 und bei rund -3,8 Mio. Mg CO_2-Äq für 2030 (vgl. Kap. 6.4.2.1). 6.4.2).

10 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Neben dem Herkunftsbereich Siedlungsabfälle wurden in dieser Studie auch die Herkunftsbereiche der P&G- und B&A-Abfälle sowie als Sonderbilanz die Lebensmittelabfälle untersucht, die eine Teilmenge der Siedlungsabfälle und der P&G-Abfälle darstellen. Neben der Gesamtbilanz für die EU27 wurden auch zwei Teilbereiche, Cluster 1 und Cluster 2, für Siedlungsabfälle und für die Sonderbilanz Lebensmittelabfälle näher untersucht. Bei den Siedlungsabfällen und den Lebensmittelabfällen wurde zudem Aufwand investiert, um die detaillierteren Ergebnisse für Deutschland (Teilbericht Deutschland) exakt 1:1 zu integrieren. Hierfür wurden alle Auswertungen zunächst getrennt für die EU27 (ohne DE) und Deutschland durchgeführt und dann zusammengeführt. Dies bedeutet, dass die Ergebnisse für Deutschland genauer dargestellt sind, im Umkehrschluss bedeutet dies aber auch, dass es größere Unsicherheiten für die anderen 26 EU-Mitgliedstaaten gibt, für die im Rahmen dieser Studie nur begrenzt weitere Untersuchungen zu den nationalen Gegebenheiten durchgeführt werden konnten. Im Folgenden werden die wichtigsten Fakten und Erkenntnisse aus der Studie beschrieben.

10.1 Ergebnisse der THG-Bilanz

Die THG-Bilanzen in dieser Studie wurden für Siedlungsabfälle und Lebensmittelabfälle ausführlicher und für P&G- und B&A-Abfälle überschlägig erstellt. Dennoch wurden umfassende Anstrengungen unternommen, um die Abfallstoffströme, Kenndaten und THG-Emissionen aus den Behandlungspfaden für alle Bilanzbereiche so gut wie möglich darzustellen. Aufgrund der hohen Datenunsicherheiten und Datenlücken sind die THG-Ergebnisse für P&G-, B&A-Abfälle sowie für die Sonderbilanz Lebensmittelabfälle (Herkunftsbereich P&G-Abfälle) jedoch als orientierende Ergebnisse zu verstehen.

Der Hauptbeitrag zu den Nettoentlastungspotenzialen in der EU27 im Jahr 2017 resultiert aus P&G-Abfällen, gefolgt von B&A-Abfällen, und ist am geringsten für Siedlungsabfälle (nahezu Null). Die prozentualen Anteile am Gesamtabfall betragen 29 % für Siedlungsabfälle, 31 % für P&G-Abfälle und 40 % für B&A-Abfälle. Das Ergebnis für P&G-Abfälle wird von Metallen (und darunter Fe-Metallen) dominiert, die 15 % des gesamten P&G-Abfalls ausmachen. Das Nettoentlastungspotenzial von B&A-Abfällen ist in 2017 weniger als halb so hoch wie das der P&G-Abfälle und wird ebenfalls von Metallen (darunter Fe-Metalle) dominiert, die 6 % des gesamten B&A-Abfalls ausmachen.

Das Nettoentlastungspotenzial für Siedlungsabfälle im Jahr 2017 ist aufgrund des hohen Anteils an Restmüll zur Deponie in der EU27 nahezu Null. Die Ergebnisse für Siedlungsabfälle für 2017 in Cluster 1 und Cluster 2 sind daher Nettobelastungen (in Cluster 1 höher als in Cluster 2). Auf spezifischer Ebene beträgt die Nettobelastung 300 kg CO_2-Äq pro Tonne oder etwa 103 kg CO_2-Äq pro Kopf in Cluster 1 und 39 kg CO_2-Äq pro Tonne oder 19 kg CO_2-Äq pro Kopf in Cluster 2. Das spezifische Nettoergebnis für die EU27 im Jahr 2017 beträgt -17 kg CO_2-Äq pro Tonne oder etwa -8 kg CO_2-Äq pro Kopf. Dies zeigt deutlich, dass die Situation für Siedlungsabfälle in den verschiedenen EU-Mitgliedstaaten sehr unterschiedlich ist und dass **der größte Hebel zur THG-Minderung in der EU27 darin besteht, die Deponierung unbehandelter Siedlungsabfälle sofort zu beenden.**

Die getrennten Bilanzen für Deutschland (Teilbericht Deutschland) zeigen für 2017 ein anderes Bild, hier sind die Niveaus der Klimaschutzpotenziale der drei Bilanzbereiche Siedlungsabfälle, P&G- und B&A-Abfälle in etwa gleich. Zum einen werden die Klimaschutzpotenziale der Siedlungsabfälle aufgrund des seit 2005 geltenden Deponieverbots, eines höheren Anteils der Getrenntsammlung zum Recycling (58 %) als in der EU27 (42 % abgeleitet aus dem EEA-Modell;

für Cluster 1 23 % und 33 % für Cluster 2) und der Tatsache, dass getrennt gesammelte Organikabfälle in der EU27 überwiegend kompostiert werden, während in Deutschland in höherem Maße eine Vergärung stattfindet, stärker ausgeschöpft. Andererseits hat Deutschland einen geringeren Anteil an Metallen (6 %) im P&G-Abfall als die EU27, was zu einem vergleichsweise geringeren Klimaschutzpotenzial für diese Abfallkategorie führt.

Ausgehend von der Ausgangssituation 2017 in der EU27, insbesondere in Bezug auf die Siedlungsabfälle in den Clustern 1 und 2, ist die wichtigste Optimierungsmaßnahme die Abkehr von der Deponierung von Siedlungsabfällen und die generelle Verstärkung der Bemühungen um die getrennte Sammlung von organischen und trockenen Wertstoffen und die Optimierung der Behandlung dieser Organikabfälle. Daher wurden diese Optimierungen verwendet, um die Szenarien für 2030 zu entwickeln, wobei rechtliche Anforderungen (insbesondere ARRL, Deponierichtlinie) berücksichtigt sind. Infolgedessen ergeben die Szenarien für 2030 für Siedlungsabfälle insgesamt ein hohes Nettoentlastungspotenzial und eine Verschiebung von Nettobelastungen zu Nettoentlastungen für Cluster 2 und, wenn auch geringfügig, auch für Cluster 1. Die Auswirkungen der Defossilisierung[54] sind auch hier gegeben, haben aber einen viel geringeren Einfluss als in den Ergebnissen für Deutschland, wo die Nettoentlastungspotenziale in den 2030 Szenarien aufgrund der Defossilisierung zu sinken beginnen.

Insbesondere die **2030 Szenarien für Siedlungsabfälle** zeigen, dass die Maßnahmen der verringerten Deponierung von Restmüll, der verstärkten getrennten Sammlung von Wertstoffen, des verstärkten Recyclings und der technischen Optimierung in allen Bilanzräumen der EU wichtige Beiträge zum Klimaschutz leisten. Für die EU27 steigt das gesamte Nettoentlastungspotenzial von -3,5 Mio. Tonnen CO_2-Äq auf rund -30 Mio. Tonnen CO_2-Äq im Leitszenario (ARRL), d. h. das Nettoentlastungspotenzial hat sich gegenüber 2017 um den Faktor 8 erhöht. Im Leitszenario ist die weitere Deponierung von rund 4,3 Mio. Tonnen Restmüll (Cluster 1) entsprechend den Möglichkeiten gemäß Deponierichtlinie angenommen. Würde die Deponierung in allen EU-Mitgliedstaaten bis 2030 komplett eingestellt werden, wären zusätzlich rund 4 Mio. Tonnen CO_2-Äq vermeidbar.

Die Auswirkungen der Defossilisierung sind am deutlichsten bei den zu behandelnden Restmüllmengen zu erkennen. Im Leitszenario 2030 (ARRL) kehrt sich das Ergebnis von einem Nettoentlastungspotenzial zu einer Nettobelastung um. Dies ist vor allem auf die geringeren Gutschriften für Energie aus Abfall zurückzuführen, die durch die angenommenen höheren Nettowirkungsgrade nicht kompensiert werden können. Die getrennt gesammelten Abfallfraktionen werden ebenfalls durch die Defossilisierung beeinflusst (z. B. Biogasnutzung, BMKW), weisen aber dennoch Nettoentlastungspotenziale auf.

Das Leitszenario 2030 (ARRL) zeigt, dass zur Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben (Recyclingquote) und zur Mobilisierung der Klimaschutzpotenziale

- umfangreiche Mengen an verwertbaren Stoffen aus dem Restmüll entfernt und getrennt gesammelt werden müssen,
- Infrastruktur für die getrennte Erfassung und erhebliche Behandlungskapazitäten aufgebaut werden müssen,
- die ambitionierte Steigerung der getrennten Erfassung nicht mit relevanten Qualitätseinbußen einhergehen sollte. Beispielsweise sollten Störstoffe von fossilen

[54] Die THG-Emissionen für Energiebedarf nehmen mit der Energiewende ab, und damit auch die Gutschriften für Energie aus Abfall. Darüber hinaus sind geringere THG-Emissionen für Strombedarf bei der stromintensiven Herstellung von Primärprodukten (Papier, Aluminium) berücksichtigt, was ebenfalls zu geringeren Einsparpotenzialen führt.

Kunststoffabfällen in getrennt gesammelten Organikabfällen so weit wie möglich vermieden werden.

Rein aus Klimaschutzsicht würde nach der modell-theoretischen Betrachtung im "Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate" das reduzierte Ambitionsniveau der Getrenntsammlung zu einem Verlust von ca. 5 Mio. Tonnen CO_2-Äq Nettoentlastungspotenzial führen (wobei dies nur gelten würde, wenn die Eigenkompostierung klimaneutral wäre).

Bei Siedlungsabfällen sind die wichtigsten Maßnahmen zur vollständigen und synergetischen Ausschöpfung des Klimaschutzpotenzials die Abkehr von der Deponierung und die Steigerung des Recyclings. Dies wird auch in den Spezialszenarien deutlich. Das Spezialszenario 2030 für Cluster 2 berücksichtigt Siedlungsabfallmengen, die nach rechtlichen Vorgaben weiter deponiert werden dürfen. Dadurch erhöhen sich die Deponiemengen im Vergleich zum Leitszenario und das Entlastungspotenzial verringert sich um 8,4 Mio. Tonnen CO_2-Äq im Vergleich zum Leitszenario 2030. Das Spezialszenario zeigt, dass ambitionierte Ziele bei der Umsetzung abfallbezogener Verordnungen Auswirkungen auf das Klimaschutzpotenzial der EU27 haben.

Das Spezialszenario 2030 für Cluster 1 zeigt, dass das Entlastungspotenzial im Vergleich zum Leitszenario 2030 um 0,5 Mio. Tonnen CO_2-Äq verringert wird, wenn man davon ausgeht, dass die EU-Recyclingziele möglicherweise nicht vollständig erreicht werden und 10 % weniger trockene und organische Wertstoffe getrennt gesammelt und als Restmüll behandelt werden. Restmüll zur Deponie ist nahezu gleich wie im Leitszenrio 2030, so dass sich hieraus kein Unterschied ergibt.

Die THG-Emissionen aus der biologischen Behandlung sind generell signifikant niedriger als die aus der Deponierung. Allerdings verwenden insbesondere die Cluster 1 Länder die IPCC-Standardwerte (Tabelle 25), die höher sind als gemessene Werte für Methanemissionen aus der Kompostierung und daher möglicherweise überschätzt sind. Darüber hinaus besteht bei der Kompostierung und der Vergärung noch Optimierungspotenzial, wie die Anwendung guter fachlicher Praxis zur Senkung der THG-Emissionen aus der Kompostierung (z. B. durch angemessenes Oberflächen-Volumen-Verhältnis, passendes Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis, ausreichende Belüftung und ausreichend Wasser) und den Einsatz effizienter, emissionsarmer Vergärungsanlagen, die in den letzten zehn Jahren technisch verfügbar geworden sind (siehe Teilbericht Deutschland). Darüber hinaus können neue Behandlungsmethoden wie die Behandlung mit Soldatenfliegenlarve eine Alternative darstellen, insbesondere in den EU-Mitgliedstaaten, in denen der Wärmebedarf für den Prozess in relevantem Umfang durch die Umgebungstemperatur gedeckt werden kann.

Im Falle von **P&G- und B&A-Abfällen** zeigen die THG-Ergebnisse, dass aus Klimaschutzsicht hauptsächlich Metalle (und darunter Fe-Metalle) das Nettoentlastungspotenzial bestimmen. Bei den P&G-Abfällen bieten darüber hinaus auch trockene Wertstoffe, Holz und Organikabfälle Nettoentlastungspotenziale. Die mineralischen und anderen Inertabfallfraktionen (etwa 44 Mio. Tonnen oder 20 % der P&G-Abfälle und etwa 260 Mio. Tonnen oder 91 % der B&A-Abfälle) haben nur geringe THG-Effekte. Sie werden hauptsächlich im Straßen- und Wegebau, zur Verfüllung und als Deponieersatzbaustoffe eingesetzt oder entsorgt. Diese Abfälle sind im Hinblick auf die Ressourcenschonung (RC-Baustoffe) und mögliche Schadstoffgehalte relevant und sollten unter diesem Fokus gesondert betrachtet werden.

Bei den B&A-Abfällen wurde im Szenario 2030 davon ausgegangen, dass die mineralische Fraktion noch Wertstoffe enthält, für die die Trennung verbessert werden kann. Der somit höhere Anteil des Metallrecyclings ist der Hauptgrund für das etwas höhere Nettoentlastungspotenzial. Für B&A-Abfälle sollte das Potenzial von Metallen in der mineralischen Abfallfraktion in zukünftigen Studien untersucht werden, um die Datenbasis zu dieser klimarelevanten

Abfallart zu verbessern. Um diese recyceln zu können, sollten B&A-Abfälle bereits beim Abriss oder Rückbau getrennt gehalten werden.

Für P&G-Abfälle konnte auf der gegebenen Datenbasis keine Steigerung der getrennten Sammlung angenommen werden. Die Datenbasis für P&G-Abfälle ist nicht spezifisch genug, und die Vielfalt der Abfallarten (EAV-Schlüssel) sowie die für ihre Behandlung erforderlichen Annahmen sind zu groß, als dass pauschale Betrachtungen zu klaren Schlussfolgerungen führen könnten. Die Annahmen für das Szenario 2030 berücksichtigen Optimierungen für weniger fortgeschrittene EU-Mitgliedstaaten, um den Status der weiter entwickelten Länder zu erreichen, und beziehen sich nur auf einige Abfallströme. Das Szenario 2030 führt zu einem geringeren Nettoentlastungspotenzial, das dieses Optimierungspotenzial widerspiegelt und zudem auf Defossilisierungseffekte zurückzuführen ist (geringeres Einsparpotenzial bei der stromintensiven Primärproduktion von Aluminium und Papier). Aufgrund der hohen Datenunsicherheiten richten sich die Empfehlungen auf eine Verbesserung der Datenlage mit Fokus auf die oben genannten THG-relevanten Abfallarten, die Metalle, und insbesondere auf deren Art und Qualität. Darüber hinaus sollten bei den P&G-Abfällen auch die thermisch behandelten Abfallströme (insbesondere Kunststoffe) im Blick behalten werden.

Für den Sonderbilanzraum **Lebensmittelabfälle** gibt es ebenfalls erhebliche Datenunsicherheiten, und in vielen Fällen mussten Annahmen und Schätzungen vorgenommen werden. Die Kenntnisse und die Daten über die Menge, Art und Qualität von Lebensmittelabfällen sowie über die Vergärungsverfahren (angenommene Hauptbehandlungsart) sind sehr begrenzt. Bei den Siedlungsabfällen hängt die berechnete Menge stark von den im EEA-Modell gegebenen Daten über die Abfallzusammensetzung ab. Die Qualität dieser Daten ist höchstwahrscheinlich von Land zu Land sehr unterschiedlich. Darüber hinaus wurde in dieser Studie davon ausgegangen, dass der Behandlungsmix für Lebensmittelabfälle aus P&G-Abfällen mit dem in Deutschland vergleichbar ist, und wurde für 2017 pauschal zu 80 % Vergärung und 20 % Kompostierung geschätzt. Die für Lebensmittelabfälle im Allgemeinen und für die Vergärung im Besonderen für die EU ermittelten THG-Emissionen und Entlastungspotenziale können daher über- oder unterschätzt sein, und eine Verbesserung der Datengrundlage ist von entscheidender Bedeutung, um in Zukunft ein besseres Bild des mit Lebensmittelabfällen verbundenen Klimaschutzpotenzials zu erhalten.

Darüber hinaus ist in dieser Studie am Beispiel von Lebensmittelabfällen die Einbeziehung der **Abfallvermeidung** (Abfälle fallen durch effektiveres Einkaufsverhalten oder optimierte Produktionsprozesse erst gar nicht an) in die Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft dargestellt. Die Klimaschutzpotenziale, die auf diese Weise in der Sonderbilanz Lebensmittelabfälle erreicht werden können, sind beachtlich. Die Vermeidung von ca. 5,2 Mio. Tonnen LMA aus Verzehrprodukten (50 % der in dieser Studie betrachteten Menge) in der EU27 bis 2030 führt zu einem um den Faktor 3 höheren Nettoentlastungspotenzial im Vergleich zum Leitszenario 2030 ohne Abfallvermeidung. Im Falle von Cluster 1, bei dem eine 30 %ige Verringerung der Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen angenommen wurde (etwa 200.000 Mg), wäre das Nettoentlastungspotenzial doppelt so hoch wie im Leitszenario. Das Potenzial für die Einsparung von THG-Emissionen basiert auf Daten für Deutschland zur Zusammensetzung von Lebensmittelabfällen und THG-Belastungen aus deren Produktion.

10.2 Datenlage Abfallaufkommen und -behandlung

Um alle in dieser Studie untersuchten Abfallströme zu erfassen, war es notwendig, verschiedene Datenquellen zu nutzen und zu kombinieren. Die Datenerhebung im Rahmen der Abfallstatistikverordnung (WStatR) bietet den umfassendsten Datensatz über Abfälle auf EU-Ebene, da sie alle Abfallarten und alle Herkunftsbereiche (alle Wirtschaftszweige und Haushalte)

abdeckt. Für die Zwecke der LCA-Methode in der Abfallwirtschaft ist die Verwendung der WStatR-Daten jedoch konzeptionell begrenzt, da sie aufgrund der Aufschlüsselung nach Abfallkategorien nicht ausreichend detailliert sind, Informationen über die erste Behandlungsstufe fehlen und weitere Einschränkungen bestehen, wie z. B. die unzureichende Verbindung zwischen den Daten über die Abfallaufkommen und die Abfallbehandlung. Trotz dieser Einschränkungen wurden die WStatR-Daten als die am besten geeignete Datenquelle für die Erstellung der Basisdaten für die *P&G-Abfälle* (einschließlich Lebensmittelabfälle aus gewerblichen und industriellen Quellen) und für die *B&A-Abfälle* angesehen. Für die *Siedlungabfälle* (inkl. Lebensmittelabfälle aus kommunalen Quellen) wurden Siedlungsabfalldaten von Eurostat in Kombination mit dem Europäischen Referenzmodell zum Aufkommen und zur Behandlung von Siedlungsabfällen (EEA 2018a) verwendet.

Die jährlich von Eurostat in Zusammenarbeit mit der OECD erhobenen Daten über das Aufkommen und die Behandlung von Siedlungsabfällen liefern solide Informationen über das Gesamtaufkommen und die Behandlung von Siedlungsabfällen in der EU und den Mitgliedstaaten. Der Detaillierungsgrad der Daten ist jedoch unzureichend, um die Behandlung von Siedlungsabfällen abzubilden (d. h. keine Aufschlüsselung nach Material und fehlende Informationen über die Erstbehandlung). Daher wurden die Eurostat-Daten für das Bezugsjahr 2017 mit den Informationen des EEA-Modells kombiniert, um die erforderlichen Daten für den Ökobilanzansatz zu erhalten.

Die wichtigsten Einschränkungen und Qualitätsprobleme bei den Daten über Siedlungsabfälle sind die folgenden:

- Die Genauigkeit der Modellierung hängt in hohem Maße von den Daten über die Zusammensetzung von Siedlungsabfällen ab. Die Genauigkeit der Daten zur stofflichen Zusammensetzung für einige Länder ist begrenzt.
- Die im EEA-Modell enthaltenen Daten zur Abfallbehandlung (z. B. Behandlungsanteile, Anteile von Sortierresten usw.) sind nicht immer aktuell, und fehlende Informationen können auf Schätzungen oder Daten aus anderen Ländern beruhen.

Für die Abfallströme P&G- und B&A-Abfälle sowie für die Sonderbilanz Lebensmittelabfälle ist die Datenlage deutlich schwieriger als für Siedlungsabfälle. Die wichtigsten Einschränkungen der für diese Abfallströme verwendeten WStatR-Daten sind oben beschrieben. Während das Aufkommen der jeweiligen Abfallströme aus der Abfallstatistik ermittelt werden kann, bestehen hinsichtlich der Abfallbehandlung und der damit verbundenen Umweltauswirkungen erhebliche Datenunsicherheiten und Datenlücken. Besonders schwierig ist die Bewertung von P&G-Abfällen auf der Grundlage von EAK-Stat-Schlüsseln, da einige dieser Kategorien eine große Anzahl von Einträgen im Europäischen Abfallverzeichnis (EAV) umfassen. Besonders schlecht ist die Datenverfügbarkeit in Bezug auf das Aufkommen und die Behandlung von Lebensmittelabfällen aus gewerblichen Quellen.

Eine gewisse Verbesserung der Datenverfügbarkeit und der Datenqualität für Siedlungsabfälle und teilweise auch für Lebensmittelabfälle ist von den neuen Berichterstattungsanforderungen der Richtlinie 2008/98/EG zu erwarten, die mit dem Berichtsjahr 2020 in Kraft treten. Dazu gehören insbesondere eine detailliertere Berichterstattung über das Aufkommen und die Behandlung von Siedlungsabfällen (d. h. eine Aufschlüsselung nach Materialien) und genauere Daten über das Recycling aufgrund neuer Berechnungsregeln für die Recyclingquote für Siedlungsabfälle. Die neue Meldepflicht für Lebensmittelabfälle und die Vermeidung von Lebensmittelabfällen wird es hoffentlich ermöglichen, die Schätzungen für das Lebensmittelabfallaufkommen durch solidere Länderdaten zu ersetzen.

Die Datenerhebung im Rahmen der WStatR sollte konzeptionell weiterentwickelt werden, insbesondere im Hinblick auf eine bessere Verknüpfung der Daten zum Aufkommen und zur Behandlung und eine vollständigere Darstellung der Abfallbehandlung, z. B. die Einbeziehung von Vorbehandlungsverfahren in die Datenerhebung.

10.3 Zusammenfassende Empfehlungen

Die wichtigsten Erkenntnisse und Empfehlungen im Hinblick auf das THG-Minderungspotenzial sind:

- Die Studie zeigt, dass in der EU27 die Siedlungsabfälle bei weitem das größte THG-Minderungspotenzial aufweisen. Das geringe Nettoentlastungspotenzial im Jahr 2017 von -3,53 Mio. Tonnen CO_2-Äq könnte im Leitszenario um den Faktor 8 auf etwa -30 Mio. Tonnen CO_2-Äq im Jahr 2030 erhöht werden, hauptsächlich durch die Abkehr von der Deponierung von Siedlungsabfällen und die verstärkte getrennte Sammlung für das Recycling. Für 2017 belaufen sich die gesamten THG-Emissionen aus Restmüll zur Deponie auf etwa 13,5 Mio. Tonnen CO_2-Äq in Cluster 1 und 13 Mio. Tonnen CO_2-Äq in Cluster 2. Im Leitszenario werden diese Emissionen in Cluster 2 auf Null und in Cluster 1 auf etwa 4 Mio. Tonnen CO_2-Äq reduziert, was die hohe Relevanz der Abkehr von der Deponierung zeigt und dass dies das THG-Minderungspotenzial für Siedlungsabfälle in der EU27 erheblich beeinflusst. Darüber hinaus zeigt dies, dass weitere 4 Mio. Tonnen CO_2-Äq gemindert werden könnten, wenn die Deponierung von Siedlungsabfällen in Cluster 1 bis 2030 vollständig eingestellt würde. Um das THG-Minderungspotenzial zu erreichen, sollten die folgenden Aspekte beachtet werden:
  - Anstrengungen sollten auf die Unterstützung derjenigen EU-Mitgliedstaaten gelegt werden, die immer noch Restmüll deponieren, damit sie ihre Abfallwirtschaftsysteme zügig umstellen können. Die Deponierung von unbehandelten Siedlungsabfällen sollte so schnell wie möglich und vollständig eingestellt werden. Aus Klimaschutzsicht sollte ein Aufschub durch Ausnahmeregelungen vermieden werden. Dies wird auch durch Interviews mit Fachleuten ausgewählter Abfallwirtschaftsverbände bestätigt, die ebenfalls darauf hinwiesen, dass die Frist für den Ausstieg aus der Deponierung zu lang sein könnte. Es wurde auch erörtert, dass beim Übergang zu einer kostendeckenden getrennten Sammlung und biologischen Behandlung eine Erhöhung der Deponiegebühren berücksichtigt werden muss, die mindestens bei 100 Euro/Tonne liegen könnte.
  - Die Autorinnen und Autoren dieser Studie halten finanzielle Maßnahmen wie Deponiegebühren oder Fördermittel für die vielversprechendsten Optionen zur Förderung der Abkehr von der Deponierung. Zum Beispiel Zuschüsse zur Förderung der getrennten Erfassung von Organikabfällen aus Siedlungsabfällen (und P&G-Abfällen), um das gesamte Minderungspotenzial der EU27 zu mobilisieren und auch die Recyclingquote zu erreichen. Die Verschärfung der rechtlichen Anforderungen ist nach den Erfahrungen der Autorinnen und Autoren ein langwieriger Prozess, und die Durchsetzung eines Deponieverbots war bisher nicht erfolgreich. Auch der Vorschlag, eine Bioabfallverordnung zu verabschieden, um klare Vorgaben für Alternativen zur Deponierung zu haben, fand bisher keine Resonanz auf EU-Ebene.
- Das modell-theoretische Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate zeigt, wie ein geringes Anspruchsniveau bei der Getrenntsammlung und Verwertung die Emissionseinsparpotenziale verringert. Aus Klimaschutzsicht ist es wichtig, sich nicht mit einem niedrigen Ambitionsniveau zufrieden zu geben.

- Das in dieser Studie berechnete Leitszenario 2030 (LS) geht von einem hohen Ambitionsniveau hinsichtlich der Umsetzung der Getrenntsammlung und der erforderlichen alternativen Behandlungskapazitäten aus. Hier ist die Politik gefordert, gemeinsam mit den abfallwirtschaftlichen Akteurinnen und Akteuren unterstützende Maßnahmen zu identifizieren und umzusetzen. Die Abfallwirtschaftsverbände schlugen im Interview einen ordnungsrechtlichen Rahmen vor für den Bedarf an Absatzmöglichkeiten für getrennt erfasste trockene Wertstoffe, öffentliche (finanzielle) Unterstützung der getrennten Sammlung und Behandlungsmöglichkeiten für Sortierreste. Aus Sicht der Autorinnen und Autoren dieser Studie erscheinen auch hier finanzielle Anreize vielversprechender. Die wichtigsten Aspekte und Ideen für Verbesserungen sind:

  - Die Mitgliedstaaten sollten der Organisation und Infrastruktur für eine getrennte Sammlung und dem Ausbau der Behandlungskapazitäten, insbesondere für Organikabfälle, besondere Aufmerksamkeit schenken und Unterstützung anbieten. Das Potenzial des Leitszenarios basiert auf etwa 51 Mio. Tonnen oder 42 %, die zusätzlich in der EU27 vom Restmüll getrennt erfasst werden, davon etwa 26 Mio. Tonnen in Cluster 2 und 13 Mio. Tonnen in Cluster 1. Der Hauptanteil liegt jeweils bei den Organikabfällen (>50 %). Für Cluster 1 bedeutet dies, dass bis 2030 Behandlungskapazitäten für etwa 7 Mio. Tonnen Organikabfälle gebaut werden müssen. Bei einer durchschnittlichen Anlagenkapazität von 30.000 Tonnen pro Jahr würde dies allein in Cluster 1 rund 240 neue Behandlungsanlagen bedeuten. Aus Klimaschutzsicht ist die Vergärung, die kombinierte stoffliche und energetische Nutzung von Organikabfällen, bei gegebener Eignung zu bevorzugen. Um die erforderlichen neuen Behandlungskapazitäten realisieren zu können, benötigen viele der Mitgliedstaaten, insbesondere die in Cluster 1, möglicherweise auch Unterstützung bei der Analyse der Zusammensetzung der Restmüllmenge und der Identifizierung geeigneter Optionen für die Behandlung von Organikabfällen.

  - Bei Organikabfällen aus Haushalten hängt der Erfolg einer gesteigerten getrennten Erfassung mit geringen Störstoffanteilen von der Kooperation der Bürgerinnen und Bürger ab. Hier sind klare Anreize erforderlich, wie z. B. ein kostenloses, angemessenes Sammelsystem und Sammelhäufigkeit unter Berücksichtigung von Hygieneaspekten, begleitet von Öffentlichkeitskampagnen zur Information über den richtigen Umgang.

  - Eine ehrgeizige Steigerung der getrennten Sammlung von trockenen Wertstoffen aus Siedlungsabfällen, die wesentlich zur Erhöhung der Nettoentlastungen durch die Kreislaufwirtschaft beiträgt, erfordert ebenfalls unterstützende Maßnahmen seitens der Politik (EU-weit oder national). Da Kenntnisse, z. B. über die Menge an Papier, Glas, Kunststoffen usw. im Restmüll, der Schlüssel für eine erfolgreiche Planung sind, sind die wichtigsten ersten Maßnahmen die Analyse der aktuellen Situation, Untersuchungen zur Optimierung der Sammelsysteme, die Entwicklung eines Fahrplans für die weitere Steigerung der getrennten Sammlung unter der Voraussetzung einer guten Trennqualität und Pilotprojekte.

- Für P&G- und B&A-Abfälle zeigen die orientierenden THG-Ergebnisse, dass aus Sicht des Klimaschutzes hauptsächlich Metalle (und davon Fe-Metalle) das Nettoentlastungspotenzial bestimmen. Bei den P&G-Abfällen bieten darüber hinaus auch weitere trockene Wertstoffe, Holz und Organikabfälle Nettoentlastungspotenziale. Die Hauptmasse, mineralische und andere inerte Abfallarten, haben nur geringe THG-Effekte. Grundsätzlich ist die Datenbasis unzureichend, insbesondere bei den P&G-Abfällen mit der großen Vielfalt an Abfallarten und den Datenlücken bezüglich der Behandlung. Um die Klimaschutzpotenziale von P&G- und

B&A-Abfällen zu ermitteln, wird empfohlen, sich in künftigen Studien auf die THG-relevanten Abfallarten, vor allem die Metalle, zu konzentrieren. Für die P&G-Abfälle werden Informationen über Art und Qualität der Metalle benötigt, für die B&A-Abfälle Informationen zum Potenzial der Metalle in den mineralischen Abfällen. Darüber hinaus sollten bei den P&G-Abfällen auch die Abfallströme berücksichtigt werden, die auch thermisch behandelt werden (insbesondere Kunststoffe).

- Die thermische Abfallbehandlung ist von entscheidender Bedeutung für ein funktionierendes Abfallwirtschaftssystem, da sie die nicht recyclebaren und verunreinigten Teile von Siedlungsabfällen, P&G- und B&A-Abfällen auschleust. In dieser Funktion ist sie wesentlich für eine Kreislaufwirtschaft. Der Beitrag zum Klimaschutz durch die in dieser Studie für 2030 angenommene Steigerung der Nettowirkungsgrade ist kein sich selbst erfüllendes Szenario. Sowohl für thermische Behandlungsanlagen als auch für Biomassekraftwerke müssten Möglichkeiten zur Steigerung der Nettowirkungsgrade weiter geprüft und deren Umsetzung unterstützt werden. So kann z. B. der Auf- bzw. Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen zu einer höheren Wärmenutzung beitragen. Die Mitverbrennung von Ersatzbrennstoffen in Zementwerken bietet einen relevanten – und im Vergleich zur thermischen Behandlung höheren – Beitrag zum Klimaschutz, solange noch Kohle als Regelbrennstoff eingesetzt werden darf, die durch Ersatzbrennstoffe substituiert werden kann. In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig, MBAs in Optimierungsbemühungen zu unterstützen, z. B. bei der Minderung von THG-Emissionen aus der biologischen Behandlung oder der Steigerung der Effizienz.

- Die Abfallvermeidung, wie sie für Lebensmittelabfälle gezeigt wurde, ist von großer Bedeutung und kann erheblich zum Klimaschutz beitragen. Durch die Vermeidung der Abfälle wird die Primärproduktion von Lebensmitteln vermieden, die mit wesentlich höheren THG-Emissionen verbunden ist als die Einsparpotenziale, die sich aus der Behandlung von Lebensmittelabfällen erreichen lassen. Für die EU27 führt die angenommene Vermeidung von 50 % bzw. etwa 5,2 Mio. Tonnen Lebensmittelabfälle aus Siedlungsabfällen zu einem Nettoentlastungspotenzial, das um den Faktor 3 höher ist als im Leitszenario 2030. Im Falle von Cluster 1, wo eine 30 %ige Reduktion von LMA aus Siedlungsabfällen angenommen ist (etwa 200.000 Tonnen), wäre das Nettoentlastungspotenzial doppelt so hoch wie im Leitszenario. Das für die Vermeidung von Lebensmittelabfällen berechnete THG-Entlastungspotenzial ist ausreichend valide für Deutschland, wo Daten sowohl für die Zusammensetzung von Lebensmittelabfällen als auch für die THG-Belastungen aus ihrer Produktion vorliegen. Für die EU-Länder sind ähnliche Studien über die Zusammensetzung von Lebensmittelabfällen zu empfehlen, auf deren Grundlage ein Vermeidungsfaktor wie für Deutschland abgeleitet werden kann.

Die wichtigsten Ergebnisse und Empfehlungen der Studie zu den Daten über Abfälle auf EU-Ebene sind:

- Die Datenerhebung im Rahmen des WStatR sollte konzeptionell weiterentwickelt werden, insbesondere im Hinblick auf eine bessere Verknüpfung der Daten zum Aufkommen und zur Behandlung und eine vollständigere Darstellung der Abfallbehandlung, z. B. die Einbeziehung von Vorbehandlungsverfahren in die Datenerhebung.

- Sortieranalysen des Restmülls sind in der Regel die Voraussetzung, um das Potenzial für eine verstärkte getrennte Sammlung und Verwertung ermitteln zu können. Dies gilt für alle EU-Mitgliedstaaten. Repräsentative Abfallanalysen auf nationaler Ebene sind notwendig, um nicht nur das Recycling und die Sammlung, sondern vor allem auch die Klimaschutz-

potenziale besser zu verstehen. Selbst in Deutschland, wo eine umfassende Hausmüllanalyse durchgeführt wurde, die die Datenbasis zu Siedlungsabfällen erheblich verbessert hat, fehlen noch Informationen über die Zusammensetzung von gewerblichen Siedlungsabfällen und Sperrmüll.

Abschließend wird für künftige Untersuchungen empfohlen, neben den Klimaschutzpotenzialen auch die Ressourcenschonung zu berücksichtigen. Die Klimaschutzpotenziale in der Kreislaufwirtschaft sinken notwendigerweise mit zunehmender Umsetzung der Klimaschutzziele, die erreicht werden müssen, um die Klimakatastrophe abzuwenden. THG-Nettoentlastungspotenziale müssen für eine Klimaneutralität Null werden. Allerdings geht das Ziel der Klimaneutralität mit einem Rohstoffbedarf einher, insbesondere für Anlagen zur Erzeugung von Erneuerbaren Energien, den es im Blick zu behalten gilt. Der Aspekt der Ressourcenschonung ist wesentlich mit dem Beitrag der Kreislaufwirtschaft verbunden. In künftigen Vorhaben sollte zunächst ermittelt werden, welche Bereiche bzw. Ressourcen für eine Untersuchung der Ressourcenschonung relevant sind und wie diese zu bewerten sind.

11 Quellenverzeichnis

ADEME (2009): Enquête nationale sur la gestion domestique des déchets organiques.

ADEME (2019): Campagne nationale de caractérisation des déchets ménagers et assimilés.

Blonskaja and Põldnurk (2014): Utilisation options for biodegradable kitchen waste in Estonia. SWOT analysis.

BMK AT (2020): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich - Statusbericht 2020.

BREF (2019): Best Available Techniques (BAT) reference document for waste incineration: Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control). Publications Office, LU.

Bulach, D. W.; Dehoust, G.; Möck, A.; Oetjen-Dehne, R.; Kaiser, F.; Radermacher, J.; Lichtl, M. (2021): Ermittlung von Kriterien für hochwertige anderweitige Verwertungsmöglichkeiten von Bioabfällen. UBA-Texte 09/2021. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. S. 167. *https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-01-18_texte_09-2021_verwertung_bioabfaelle.pdf* (09.02.2021).

Byrne, J. (2019): EFSA to assess BSE risk posed by the use of ruminant collagen and gelantine in feed for pigs and poultry. *https://www.feednavigator.com/Article/2019/07/16/EFSA-to-assess-BSE-risk-posed-by-the-use-of-ruminant-collagen-and-gelatine-in-feed-for-pigs-and-poultry* (16.07.2019).

CEWEP (2019): Bottom ash fact sheet. *https://www.cewep.eu/wp-content/uploads/2017/09/FINAL-Bottom-Ash-factsheet.pdf* (17.12.2019).

CEWEP (2021): Average Net Electrical and Thermal Efficiency of European WtE Plants, communication with CEWEP (Confederation of European Waste-to-Energy Plants), data collection and analysis referred to year 2019.

Cuhls, C.; Mähls, B.; Clemens, J. (2015): Ermittlung der Emissionssituation bei der Verwertung von Bioabfällen. UBA-Texte 39/2015. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. *https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_39_2015_ermittlung_der_emissionssituation_bei_der_verwertung_von_bioabfaellen.pdf* (11.12.2020).

Defra (2015): Appendix 1C – Waste Analysis.

Dehoust, G.; Möck, A.; Merz, C.; Gebhardt, P. (2016): Umweltpotenziale der getrennten Erfassung und des Recyclings von Wertstoffen im Dualen System. *Abschlussbericht*. *https://www.gruener-punkt.de/fileadmin/Dateien/Downloads/PDFs/16-09-21_OEko-Institut_Abschlussbericht_LCA-DSD.PDF* (20.07.2021).

Dehoust; Harthan; Stahl; Hermann; Matther; Möck (2014): Beitrag der Kreislaufwirtschaft zur Energiewende Klimaschutzpotenziale auch unter geänderten Rahmenbedingungen optimal nutzen. Öko-Institut im Auftrag des BDE.

Dehoust; Vogt; Schüler; Giegrich (2010): Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft - Am Beispiel von Siedlungsabfällen und Altholz. UBA-Texte 06/2010. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. S. 143. *https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/3907.pdf* (09.02.2021).

DELPHIENGINEERING (2014): Review of National Waste Management Planning.

Destatis (2019): Fachserie 19, Reihe 1: Abfallentsorgung 2017.

EAPA (2016): Asphalt in figures 2016.

EAPA (2017): Asphalt in figures 2017.

EEA (2018a): European Reference Model on Municipal Solid Waste Management, 2018 Version. *https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-ce/products/wastemodel* (30.10.2020).

EEA (Ed.) (2018b): Definition of three scenarios, document in the contest of a clarification - request for offers under Framework contract ENV.B.3/FRA/2017/0005 - Study on investment needs in the waste sector and on the financing of municipal waste management in Member States.

EEA(a) (2016): Municipal waste management - Country fact sheet Belgium.

EEA(b) (2016): Municipal waste management - Country fact sheet Finland.

EEA(c) (2016): Municipal waste management - Country fact sheet Sweden.

EFFPA(a) (2020): Homepage of the "European Former Foodstuff Processors Association". *https://www.effpa.eu/* (06.02.2020).

EFFPA(b) (2020): Personal communication.

EPA (2018): Household WasteCharacterisation Campaign. *http://www.epa.ie/pubs/reports/waste/wastecharacterisation/Household_Surveys_Final_Report1.pdf.* (10.03.2020).

ERFO-Cembureau (2015): Markets for solid recovered fuel. Data and assessments on markets for SRF, July 2015.

EU (2019): Durchführungsbeschluss (EU) 2019/ 1004 der Komission- vom 7. Juni 2019 - zur Festlegung der Vorschriften für die Berechnung, die Prüfung und die Übermittlung von Daten über Abfälle gemäß der Richtlinie 2008/ 98/ EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie zur Aufhebung des Durchführungsbeschlusses C(2012) 2384 der Kommission - (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen C(2019) 4114). S. 35.

Eurostat (2017): Waste framework directive – Recycling targets Data quality report.

EUROSTAT; OECD (Eds.) (2018): EUROSTAT European Comission Unit E2: Environmental statistics and accounts; sustainable development & OECD Organisation for Economic Co-Operation and Development Environment, Directorate Environmental Performance and Information Division: Municipal waste statistics - How to deliver data.

Flamme, S.; Hanewinkel, J.; Quicker, P.; Weber, D. K. (2018): Energieerzeugung aus Abfällen Stand und Potenziale in Deutschland bis 2030. UBA-Texte 51/2018. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. S. 159.

Gibbs, A.; Elliott, T.; Ballinger, A.; Hogg, D.; Gentil, E.; Fischer, C.; Bakas, I. (2014): Development of a Modelling Tool on Waste Generation and Management. Appendix 6: Environmental Modelling.

Gibbs, A.; Elliott, T.; Vergunst, T.; Ballinger, A.; Hogg, D.; Gentil, E.; Fischer, C.; Bakas, I. (2014a): "Development of a Modelling Tool on Waste Generation and Management" Appendix 1: Baseline Report.

Gibbs, A.; Elliott, T.; Vergunst, T.; Ballinger, A.; Hogg, D.; Gentil, E.; Fischer, C.; Bakas, I. (2014b): "Development of a Modelling Tool on Waste Generation and Management" Headline Project Report Final Report for the European Commission DG Environment under Framework Contract No ENV.C.2/FRA/2011/0020.

Gonser; Küchen; Bargfried; Vogt; Auberger; Dehoust (2020): Determining climate protection potentials in the circular economy for Germany and the EU as a contribution to achieving the goals of national and international climate protection commitments. Second Interim report. Basic information and data for the EU.

Grolmus, L. (2017): Odpady a obce 2017. *https://www.ekokom.cz/uploads/attachments/OD/SBORN%C3%8DK%2017_20170619.pdf.* (10.03.2020).

GVM (2019): Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2017. Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH (GVM), Mainz.

Heinrich-Böll-Stiftung (2019): Plastikatlas: Daten und Fakten über eine Welt voller Kunststoff.

Hogg, D. D.; Elliott, T.; Burgess, R.; Vergunst, T. (2018): Study to Identify Member States at Risk of Non-Compliance with the 2020 Target of the Waste Framework Directive and to Follow-up Phase 1 and 2 of the Compliance Promotion Exercise. S. 29.

Hogg, D.; Elliott, T.; Burgess, R.; Vergunst, T. (2018): Study to Identify Member States at Risk of Non-Compliance with the 2020 Target of the Waste Framework Directive and to Follow-up Phase 1 and 2 of the Compliance Promotion Exercise. S. 29.

Hogg, D.; Vergunst, T.; Elliott, T.; Corbin, M.; Ballinger, A. (2015): "Further development of the European reference Model on Waste Generation and Management", Final Report for the European Commission DG Environment under Framework Contract No, ENV.C.2/FRA/2011/0020.

IPCC (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5. Chapter 2: Waste Generation. Composition and Management data, Chapter 3: Solid Waste Disposal.

IPCC (2013): Contribution of Working Group I to the 5th Assessment Report: Climate Change 2013. *https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/* (30.10.2020).

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) (2017): Rapporto Riffiuti Urbani - Edizione 2017.

ITAD; IGAM (2019): Umfrage zur Aufbereitung von HMV-Schlacken. Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e.V.; Interessengemeinschaft der Aufbereiter für Müllverbrennungsschlacken.

Knappe, F.; Reinhardt, J.; Kern, D. M.; Turk, T.; Raussen, T.; Kruse, S.; Hüttner, A. (2019): Ermittlung von Kriterien für eine hochwertige Verwertung von Bioabfällen und Ermittlung von Anforderungen an den Anlagenbestand. UBA-Texte 49/2019. UBA-Texte 49/2019. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. S. 150.

Knappe; Vogt; Lazar; Höke (2012): Optimierung der Verwertung organischer Abfälle. UBA-Texte 31/2012. UBA-Texte 31/2012. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. *https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4310.pdf* (30.10.2020).

KTBL (2007): Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. Faustzahlen Biogas.

KTBL (2013): Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. Faustzahlen Biogas, 3. Ausgabe.

Lechleitner, A.; Schwabl, D.; Schubert, T.; Bauer, M.; Lehner, M. (2019): Chemisches Recycling von gemischten Kunststoffabfällen als ergänzender Recyclingpfad zur Erhöhung der Recyclingquote. Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft.

MAPA (2015): Plan estatal marco de gestión de residuos (pemar) - 2016-2022. Ministero de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) (2018): Samenstelling van het huishoudelijk restafval, sorteeranalyses 2017 - Gemiddelde driejaarlijkse samenstelling 2016.

NIR DK (2019): Denmark's National Inventory Report. Emissions inventory 1999 - 2017 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and Kyoto Protocol, Scientific Report No. 318, Danish Centre for Environment and Energy, 2019.

NIR EU (2019): Annual European Union greenhouse gas inventory 1990-2017 and inventory report 2019. Submission to the UNFCCC Secretariat.

NIR HU (2019): National Inventory Report for 1985-2017, Hungary. Compiled by the Hungarian Meteorological Service Unit of National Emissions Inventories 2019.

NIR LV (2019): Latvias's National Inventory Report. Submission under UNFCCC and the Kyoto Protocol, 2019.

Petersen & Kielland (2003): Statistik for hjemmekompostering 2001. Miljøprojekt Nr. 855, Miljøstyrelsen, 2003.

PlasticsEurope (2018): Plastics – the facts 2018. An analysis of European plastics production, demand and waste data. *https://www.plasticseurope.org/application/files/6315/4510/9658/Plastics_the_facts_2018_AF_web.pdf* (30.10.2020).

Prognos AG; ifeu Heidelberg; INFU TU Dortmund (2008): Resource savings and CO2-reduction potential in waste management in Europe and the possible contribution to the CO2 reduction target in 2020.

Quicker, P.; Neuerburg, F.; Noel, Y.; Huras, A.; Eyssen, R. G.; Seifert, H.; Vehlow, J.; Thome-Kozmiensky, K. (2017): Sachstand zu den alternativen Verfahren für die thermische Entsorgung von Abfällen. UBA-Texte 17/2017. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

Scarlat, N.; Fahl, F.; Dallemand, J.-F. (2019): Status and Opportunities for Energy Recovery from Municipal Solid Waste in Europe. In: *Waste and Biomass Valorization*. Vol. 10, No.9, S. 2425–2444.

Schmidt; Kloverpris; Bakas; Kjaer; Vogt; Giegrich (2009): Ökobilanzieller Vergleich zweier Verwertungsalternativen für Altreifen: Stoffliche Verwertung und Mitverbren-nung im Zementofen (Comparative life cycle assessment of two options for waste tyre treatment: material recyc-ling vs. co-incineration in cement kilns). Im Auftrag von Genan A/S. Durchgeführt von Force Technology, Copenhagen Resource Institute, ifeu Heidelberg.

Stenmarck, Å.; Jensen, C.; Quested, T.; Moates, G.; Buksti, M.; Cseh, B.; Juul, S.; Parry, A.; Politano, A.; Redlingshofer, B.; Scherhaufer, S.; Silvennoinen, K.; Soethoudt, H.; Zübert, C.; Östergren, K. (2016): Estimates of European food waste levels.

The Ministry of Agriculture (2015): Factsheet_Hungary. *https://ec.europa.eu/environment/pdf/waste/framework/facsheets%20and%20roadmaps/Factsheet_Hungary.pdf* (23.9.2019).

Tofan, A.; Muşuroaea, O. (2017): Planul Național de Gestionare a Deșeurilor.

UBA (2006): Einsatz von Sekundärbrennstoffen. UBA-Texte 07/2006. Umweltbundesamt.

UBA (2019): Vergleichende Analyse von Siedlungsrestabfällen aus repräsentativen Regionen in Deutschland zur Bestimmung des Anteils an Problemstoffen und verwertbaren Materialien.

VDZ (2018): Umweltdaten der deutschen Zementindustrie 2018.

Vlada Republike Hrvatske (2017): Waste management plan of the republic of Croatia for the period 2017-2022.

Vogt; Gärtner; Münch; Reinhardt; Köppen; Daniel; Postel; Schlowin; Klinski; Brohmann; Fritsche; Hennenberg; Hünecke; Rausch; Köppel; Peter; Pusch; Schultze (2008): Optimierung für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland. Forschungsprojekt des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), FKZ: 0327544. Heidelberg: Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu).

Vogt, R.; Derreza-Greeven, C.; Giegrich, J.; Dehoust, G.; Möck, A.; Merz, C. (2015): Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft. Darstellung der Potenziale zur Verringerung der Treibhausgasemission aus dem Abfallsektor in den OECD Staaten und ausgewählten Schwellenländern; Nutzung der Erkenntnisse im Abfalltechniktransfer. UBA-Texte 46/2015. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. S. 238. *https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_46_2015_klimaschutzpotenziale_der_abfallwirtschaft_0.pdf* (09.02.2021).

Vogt, R.; Fehrenbach, H.; Wiegel; Ebert, K. (2012): Maßnahmenplan zur Umsetzung einer vorbildhaften klimafreundlichen Abfallentsorgung im Land Berlin. Im Auftrag der Senatverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin. *https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/entsorgung/download/studie_langfassung.pdf* (13.12.2020).

Vogt, R.; Ludmann, S. (2019): Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2018 für das Land Berlin. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin. *https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/bilanzen/download/Abfallbilanz_2018.pdf* (30.10.2020).

A Anhang

A.1 Vergleich aller relevanten Aufschlüsselungen in Prozent, die im EEA-Modell 2015 und 2017 verwendet werden, und Bereinigung größerer Unstimmigkeiten, Validierung der Restmüllzusammensetzung

A.1.1 Gesamtzusammensetzung der festen Siedlungsabfälle, Erfassungsraten und Verlustraten für trockene Wertstoffe und Organikabfälle aus dem EEA-Modell

Tabelle 104: Gesamtzusammensetzung der Siedlungsabfälle aus dem EEA-Modell, 2015 und 2017, in Prozent

Land	Länder -code	Jahr	LMRI	Grünab -fälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	PPK	Textilien	Glas	Metalle	Kunst-stoffe	*EEAG*	Schutt, Böden	*Batterien/-Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige	SiAbf Aufkommen gesamt [1.000 Mg]
Bulgarien	BG	2015	23 %	18 %	0 %	2 %	19 %	2 %	6 %	3 %	11 %	3 %	0 %	0 %	1 %	0 %	10 %	3 %	3011
		2017	23 %	18 %	0 %	2 %	19 %	2 %	6 %	3 %	11 %	3 %	0 %	0 %	1 %	0 %	10 %	3 %	3080
Estland	EE	2015	21 %	3 %	1 %	2 %	23 %	4 %	9 %	6 %	15 %	2 %	0 %	0 %	1 %	0 %	3 %	11 %	473
		2017	21 %	3 %	1 %	2 %	23 %	4 %	9 %	6 %	15 %	2 %	0 %	0 %	1 %	0 %	3 %	11 %	514
Griechenland	EL	2015	41 %	3 %	0 %	0 %	22 %	0 %	4 %	4 %	14 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	11 %	5277
		2017	41 %	3 %	0 %	0 %	22 %	0 %	4 %	4 %	14 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	11 %	5415
Kroatien	HR	2015	21 %	7 %	1 %	1 %	28 %	2 %	6 %	2 %	17 %	1 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	11 %	1654
		2017	21 %	7 %	1 %	1 %	28 %	2 %	6 %	2 %	17 %	1 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	11 %	1716
Zypern	CY	2015	30 %	12 %	0 %	2 %	24 %	6 %	4 %	3 %	15 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	3 %	541
		2017	30 %	12 %	0 %	2 %	24 %	6 %	4 %	3 %	15 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	3 %	547
Lettland	LV	2015	15 %	4 %	7 %	3 %	29 %	2 %	9 %	2 %	8 %	0 %	2 %	0 %	0 %	12 %	3 %	3 %	798
		2017	15 %	4 %	7 %	3 %	29 %	2 %	9 %	2 %	8 %	0 %	2 %	0 %	0 %	12 %	3 %	3 %	798
Litauen	LT	2015	10 %	9 %	8 %	1 %	13 %	5 %	7 %	7 %	11 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	10 %	17 %	1300
		2017	10 %	9 %	8 %	1 %	13 %	5 %	7 %	7 %	11 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	10 %	17 %	1286
Ungarn	HU	2015	21 %	6 %	0 %	1 %	19 %	3 %	3 %	6 %	16 %	1 %	0 %	0 %	1 %	12 %	4 %	9 %	3712
		2017	21 %	6 %	0 %	1 %	19 %	3 %	3 %	6 %	16 %	1 %	0 %	0 %	1 %	12 %	4 %	9 %	3768
Malta	MT	2015	40 %	2 %	0 %	1 %	20 %	3 %	5 %	4 %	12 %	1 %	0 %	0 %	0 %	2 %	0 %	10 %	270
		2017	40 %	2 %	0 %	1 %	20 %	3 %	5 %	4 %	12 %	1 %	0 %	0 %	0 %	2 %	0 %	10 %	283
Polen	PL	2015	21 %	12 %	0 %	0 %	11 %	3 %	10 %	2 %	12 %	0 %	0 %	0 %	1 %	10 %	4 %	14 %	10863
		2017	21 %	12 %	0 %	0 %	11 %	3 %	10 %	2 %	12 %	0 %	0 %	0 %	1 %	10 %	4 %	14 %	11969
Rumänien	RO	2015	45 %	15 %	0 %	2 %	13 %	1 %	5 %	3 %	13 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	3 %	4904

Land	Länder -code	Jahr	LMRI	Grünab -fälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	PPK	Textilien	Glas	Metalle	Kunst-stoffe	*EEAG*	Schutt, Böden	*Batterien/-Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige	SiAbf Aufkommen gesamt [1.000 Mg]
		2017	45 %	15 %	0 %	2 %	13 %	1 %	5 %	3 %	13 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	3 %	5325
Slowakei	SK	2015	24 %	21 %	0 %	3 %	13 %	3 %	8 %	4 %	10 %	0 %	3 %	0 %	1 %	0 %	1 %	9 %	1784
		2017	24 %	21 %	0 %	3 %	13 %	3 %	8 %	4 %	10 %	0 %	3 %	0 %	1 %	0 %	1 %	9 %	2058
Tschechische Republik	CZ	2015	24 %	13 %	0 %	5 %	18 %	4 %	8 %	4 %	15 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	3 %	6 %	3337
		2017	24 %	13 %	0 %	5 %	18 %	4 %	8 %	4 %	15 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	3 %	6 %	3643
Dänemark	DK	2015	25 %	22 %	0 %	4 %	20 %	0 %	6 %	5 %	7 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	8 %	4485
		2017	25 %	22 %	0 %	4 %	20 %	0 %	6 %	5 %	7 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	8 %	4503
Irland	IE	2015	16 %	6 %	0 %	3 %	24 %	5 %	8 %	4 %	12 %	3 %	0 %	0 %	1 %	8 %	0 %	9 %	2619
		2017	16 %	6 %	0 %	3 %	24 %	5 %	8 %	4 %	12 %	3 %	0 %	0 %	1 %	8 %	0 %	9 %	2763
Spanien	ES	2015	40 %	9 %	0 %	2 %	16 %	5 %	8 %	3 %	9 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	9 %	21158
		2017	40 %	9 %	0 %	2 %	16 %	5 %	8 %	3 %	9 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	9 %	21530
Frankreich	FR	2015	20 %	17 %	0 %	3 %	20 %	2 %	13 %	6 %	11 %	4 %	0 %	0 %	0 %	2 %	2 %	1 %	34284
		2017	20 %	17 %	0 %	3 %	20 %	2 %	13 %	6 %	11 %	4 %	0 %	0 %	0 %	2 %	2 %	1 %	34393
Portugal	PT	2015	29 %	7 %	5 %	1 %	14 %	4 %	7 %	2 %	11 %	0 %	0 %	0 %	0 %	11 %	0 %	11 %	4769
		2017	29 %	7 %	5 %	1 %	14 %	4 %	7 %	2 %	11 %	0 %	0 %	0 %	0 %	11 %	0 %	11 %	5012
Finnland	FI	2015	27 %	3 %	2 %	2 %	30 %	2 %	4 %	6 %	12 %	3 %	1 %	0 %	0 %	0 %	1 %	6 %	2738
		2017	27 %	3 %	2 %	2 %	30 %	2 %	4 %	6 %	12 %	3 %	1 %	0 %	0 %	0 %	1 %	6 %	2812
Schweden	SE	2015	24 %	9 %	0 %	5 %	25 %	2 %	5 %	5 %	10 %	4 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	12 %	4422
		2017	24 %	9 %	0 %	5 %	25 %	2 %	5 %	5 %	10 %	4 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	12 %	4551
Belgien	BE	2015	9 %	16 %	5 %	6 %	18 %	3 %	8 %	3 %	7 %	2 %	0 %	0 %	1 %	0 %	3 %	18 %	4643
		2017	9 %	16 %	5 %	6 %	18 %	3 %	8 %	3 %	7 %	2 %	0 %	0 %	1 %	0 %	3 %	18 %	4659
Deutschland	DE	2015	19 %	12 %	0 %	3 %	21 %	3 %	7 %	2 %	17 %	2 %	0 %	0 %	0 %	5 %	2 %	8 %	51625
		2017	19 %	12 %	0 %	3 %	21 %	3 %	7 %	2 %	17 %	2 %	0 %	0 %	0 %	5 %	2 %	8 %	52342
Italien	IT	2015	21 %	11 %	2 %	3 %	23 %	4 %	8 %	3 %	13 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	11 %	29524
		2017	21 %	11 %	2 %	3 %	23 %	4 %	8 %	3 %	13 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	1 %	11 %	29583
Luxemburg	LU	2015	22 %	13 %	0 %	4 %	19 %	3 %	7 %	2 %	10 %	2 %	0 %	1 %	1 %	4 %	3 %	11 %	346
		2017	22 %	13 %	0 %	4 %	19 %	3 %	7 %	2 %	10 %	2 %	0 %	1 %	1 %	4 %	3 %	11 %	362
Niederlande	NL	2015	13 %	19 %	11 %	5 %	19 %	3 %	6 %	3 %	8 %	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	11 %	8866
		2017	13 %	19 %	11 %	5 %	19 %	3 %	6 %	3 %	8 %	1 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	11 %	8787
Österreich	AT	2015	18 %	19 %	0 %	5 %	17 %	3 %	6 %	4 %	10 %	2 %	0 %	0 %	1 %	3 %	2 %	11 %	4836
		2017	18 %	19 %	0 %	5 %	17 %	3 %	6 %	4 %	10 %	2 %	0 %	0 %	1 %	3 %	2 %	11 %	5018
Slowenien	SI	2015	13 %	8 %	1 %	7 %	26 %	1 %	8 %	5 %	8 %	1 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	22 %	926
		2017	13 %	8 %	1 %	7 %	26 %	1 %	8 %	5 %	8 %	1 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	22 %	974
Vereinigtes Königreich	UK	2015	17 %	16 %	2 %	4 %	19 %	3 %	7 %	4 %	10 %	2 %	2 %	0 %	1 %	1 %	0 %	12 %	31475
		2017	17 %	16 %	2 %	4 %	19 %	3 %	7 %	4 %	10 %	2 %	2 %	0 %	1 %	1 %	0 %	12 %	30911

Tabelle 105: Erfassungsquoten für trockene Wertstoffe und Organikabfälle aus dem EEA-Modell, 2015 und 2017, in Prozent

Land	Länder-code	Jahr	LMR	Grünab-fälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	PPK	Textilien	Glas	Metalle	Kunst-stoffe	*EEAG*	Schutt, Böden	*Batterien/-Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige
Österreich	AT	2015	72 %	100 %	0 %	100 %	78 %	18 %	76 %	64 %	33 %	100 %	0 %	82 %	0 %	0 %	0 %	5 %
		2017	72 %	100 %	0 %	100 %	78 %	18 %	76 %	64 %	33 %	100 %	0 %	82 %	0 %	0 %	0 %	5 %
Belgien	BE	2015	12 %	88 %	98 %	77 %	77 %	50 %	90 %	78 %	43 %	100 %	0 %	40 %	62 %	0 %	0 %	17 %
		2017	29 %	88 %	98 %	77 %	79 %	52 %	90 %	82 %	48 %	100 %	0 %	41 %	62 %	1 %	1 %	18 %
Bulgarien	BG	2015	25 %	25 %	0 %	25 %	41 %	1 %	25 %	51 %	23 %	100 %	100 %	100 %	44 %	0 %	0 %	58 %
		2017	25 %	27 %	0 %	25 %	45 %	4 %	35 %	52 %	28 %	100 %	100 %	100 %	44 %	0 %	0 %	58 %
Kroatien	HR	2015	2 %	21 %	45 %	27 %	25 %	3 %	32 %	9 %	9 %	70 %	0 %	23 %	0 %	0 %	0 %	41 %
		2017	2 %	23 %	45 %	27 %	33 %	4 %	37 %	28 %	13 %	70 %	0 %	23 %	0 %	0 %	0 %	41 %
Zypern*	CY	2015	0 %	15 %	0 %	0 %	44 %	4 %	38 %	70 %	15 %	**106 %**	0 %	**130 %**	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	15 %	0 %	0 %	44 %	4 %	38 %	70 %	15 %	**100 %**	0 %	**100 %**	0 %	0 %	0 %	0 %
Tschechische Republik	CZ	2015	2 %	77 %	0 %	0 %	67 %	6 %	62 %	59 %	50 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	11 %	77 %	0 %	7 %	67 %	19 %	64 %	64 %	50 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	7 %	7 %
Dänemark	DK	2015	4 %	84 %	0 %	100 %	43 %	100 %	80 %	68 %	14 %	90 %	0 %	60 %	0 %	0 %	0 %	15 %
		2017	10 %	84 %	0 %	100 %	50 %	100 %	80 %	74 %	20 %	90 %	0 %	60 %	0 %	0 %	0 %	15 %
Estland	EE	2015	12 %	12 %	11 %	21 %	59 %	5 %	62 %	43 %	19 %	43 %	0 %	100 %	20 %	0 %	0 %	17 %
		2017	12 %	32 %	11 %	21 %	59 %	14 %	62 %	49 %	23 %	43 %	0 %	100 %	20 %	0 %	0 %	17 %
Finnland	FI	2015	37 %	37 %	37 %	5 %	60 %	0 %	67 %	76 %	2 %	85 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	5 %
		2017	37 %	47 %	37 %	5 %	61 %	10 %	67 %	76 %	11 %	85 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	5 %
Frankreich	FR	2015	13 %	87 %	0 %	0 %	17 %	0 %	68 %	65 %	34 %	74 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	13 %	87 %	0 %	0 %	17 %	0 %	68 %	65 %	34 %	74 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Deutschland	DE	2015	45 %	66 %	0 %	0 %	88 %	0 %	100 %	100 %	67 %	100 %	0 %	0 %	33 %	0 %	0 %	63 %
		2017	46 %	69 %	0 %	3 %	88 %	8 %	100 %	100 %	67 %	100 %	0 %	0 %	35 %	3 %	3 %	64 %
Griechenland	EL	2015	5 %	2 %	0 %	0 %	41 %	0 %	18 %	41 %	18 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	15 %
		2017	5 %	23 %	0 %	0 %	48 %	0 %	39 %	44 %	22 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	15 %

Land	Länder-code	Jahr	LMR	Grünab-fälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	PPK	Textilien	Glas	Metalle	Kunst-stoffe	*EEAG*	Schutt, Böden	*Batterien/-Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige
Ungarn	HU	2015	20 %	20 %	0 %	100 %	37 %	2 %	31 %	60 %	9 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	21 %
		2017	20 %	29 %	0 %	100 %	44 %	8 %	41 %	67 %	16 %	100 %	0 %	0 %	1 %	1 %	1 %	21 %
Irland	IE	2015	25 %	21 %	0 %	98 %	52 %	0 %	69 %	58 %	23 %	98 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	25 %	37 %	0 %	98 %	58 %	14 %	70 %	63 %	27 %	98 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Italien	IT	2015	66 %	58 %	100 %	79 %	47 %	12 %	79 %	33 %	31 %	95 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	3 %
		2017	66 %	65 %	100 %	79 %	56 %	24 %	79 %	50 %	35 %	95 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	3 %
Lettland	LV	2015	1 %	0 %	84 %	44 %	64 %	0 %	32 %	5 %	21 %	84 %	84 %	84 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	1 %	6 %	84 %	44 %	64 %	3 %	38 %	20 %	26 %	84 %	84 %	84 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Litauen	LT	2015	3 %	51 %	0 %	37 %	61 %	3 %	52 %	78 %	13 %	77 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	10 %
		2017	4 %	52 %	2 %	38 %	61 %	9 %	54 %	78 %	18 %	77 %	0 %	2 %	2 %	0 %	2 %	12 %
Luxemburg	LU	2015	34 %	90 %	0 %	91 %	47 %	39 %	79 %	49 %	5 %	85 %	100 %	100 %	35 %	0 %	77 %	29 %
		2017	34 %	90 %	0 %	91 %	47 %	39 %	79 %	49 %	5 %	85 %	100 %	100 %	35 %	0 %	77 %	29 %
Malta	MT	2015	1 %	0 %	0 %	0 %	29 %	2 %	24 %	30 %	10 %	74 %	100 %	100 %	12 %	0 %	0 %	0 %
		2017	1 %	22 %	0 %	3 %	39 %	5 %	39 %	34 %	17 %	75 %	100 %	100 %	15 %	3 %	0 %	3 %
Niederlande	NL	2015	23 %	89 %	60 %	68 %	47 %	24 %	57 %	24 %	13 %	100 %	100 %	100 %	71 %	0 %	0 %	45 %
		2017	29 %	89 %	60 %	68 %	55 %	31 %	63 %	40 %	23 %	100 %	100 %	100 %	71 %	0 %	0 %	45 %
Polen	PL	2015	19 %	19 %	0 %	0 %	20 %	1 %	39 %	8 %	23 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	37 %
		2017	19 %	34 %	0 %	0 %	38 %	11 %	48 %	32 %	25 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	37 %
Portugal	PT	2015	2 %	20 %	1 %	32 %	26 %	0 %	57 %	5 %	21 %	35 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	8 %
		2017	2 %	21 %	4 %	34 %	33 %	1 %	57 %	19 %	21 %	37 %	0 %	0 %	2 %	2 %	0 %	10 %
Rumänien	RO	2015	13 %	13 %	0 %	5 %	9 %	0 %	7 %	7 %	10 %	50 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	66 %
		2017	13 %	19 %	0 %	5 %	22 %	3 %	20 %	18 %	14 %	50 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	66 %
Slowakei	SK	2015	1 %	36 %	100 %	17 %	31 %	8 %	39 %	48 %	20 %	100 %	23 %	100 %	0 %	0 %	0 %	2 %
		2017	2 %	40 %	100 %	19 %	46 %	12 %	49 %	49 %	23 %	100 %	24 %	100 %	2 %	0 %	2 %	4 %
Slowenien	SI	2015	51 %	55 %	12 %	63 %	67 %	10 %	61 %	59 %	35 %	57 %	0 %	0 %	65 %	0 %	0 %	53 %
		2017	51 %	55 %	12 %	63 %	67 %	10 %	61 %	59 %	35 %	57 %	0 %	0 %	65 %	0 %	0 %	53 %
Spanien	ES	2015	7 %	12 %	0 %	30 %	46 %	5 %	61 %	20 %	17 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	7 %	12 %	0 %	30 %	46 %	5 %	61 %	20 %	17 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Schweden	SE	2015	42 %	64 %	0 %	0 %	62 %	3 %	87 %	77 %	20 %	75 %	0 %	100 %	100 %	0 %	0 %	49 %
		2017	43 %	68 %	0 %	0 %	65 %	14 %	87 %	78 %	26 %	75 %	0 %	100 %	100 %	0 %	0 %	49 %
Vereinigtes Königreich*	UK	2015	10 %	63 %	**216 %**	71 %	52 %	18 %	64 %	54 %	21 %	51 %	**174 %**	38 %	0 %	0 %	0 %	14 %
		2017	11 %	64 %	**100 %**	71 %	55 %	21 %	66 %	59 %	23 %	51 %	**100 %**	38 %	0 %	0 %	0 %	14 %

*Die Erfassungsquoten über 100 % für Zypern und das Vereinigte Königreich wurden auf 100 % korrigiert, um negative Werte im Restmüll zu vermeiden.

Tabelle 106: Verlustraten für trockene Wertstoffe und Organikabfall aus dem EEA-Modell, 2015 & 2017 und die in den Szenarien 2030 verwendeten Anteile (fett), in Prozent

Land	Länder-code	Jahr	LMR	Grünab-fälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	PPK	Textilien	Glas	Metalle	Kunst-stoffe	*EEAG*	Schutt, Böden	*Batterien/-Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige
Österreich	AT	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	3 %	10 %	33 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	3 %	10 %	33 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Belgien	BE	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	1 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	1 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Bulgarien	BG	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	18 %	7 %	9 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	14 %	17 %	6 %	9 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Kroatien	HR	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	19 %	20 %	10 %	10 %	27 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	17 %	19 %	9 %	10 %	28 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Zypern	CY	**2013**	5 %	5 %	10 %	10 %	18 %	20 %	10 %	10 %	27 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	18 %	20 %	10 %	10 %	27 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Tschechische Republik	CZ	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	14 %	15 %	4 %	10 %	31 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	15 %	4 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Dänemark	DK	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	14 %	14 %	3 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	3 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Estland	EE	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	14 %	17 %	7 %	9 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	14 %	16 %	6 %	9 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Finnland	FI	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	14 %	0 %	4 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	15 %	4 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Frankreich	FR	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	14 %	0 %	2 %	9 %	31 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	14 %	0 %	2 %	9 %	31 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Deutschland	DE	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	0 %	3 %	10 %	33 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	3 %	10 %	33 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Griechenland	EL	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	19 %	0 %	10 %	10 %	27 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	18 %	0 %	10 %	10 %	28 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Ungarn	HU	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	18 %	20 %	10 %	10 %	28 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	17 %	19 %	9 %	10 %	30 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Irland	IE	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	13 %	15 %	2 %	9 %	30 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	13 %	15 %	1 %	9 %	30 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Italien	IT	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	3 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	3 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Lettland	LV	2015	5 %	0 %	10 %	10 %	14 %	17 %	6 %	9 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	14 %	16 %	5 %	9 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Litauen	LT	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	16 %	19 %	9 %	10 %	31 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %

Land	Länder-code	Jahr	LMR	Grünab-fälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	PPK	Textilien	Glas	Metalle	Kunst-stoffe	*EEAG*	Schutt, Böden	*Batterien/-Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	18 %	8 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Luxemburg	LU	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	2 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	2 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Malta	MT	2015	5 %	0 %	10 %	10 %	20 %	20 %	10 %	10 %	25 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	19 %	20 %	10 %	10 %	26 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Niederlande	NL	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	2 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	2 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Polen	PL	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	18 %	20 %	10 %	10 %	28 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	17 %	19 %	8 %	10 %	30 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Portugal	PT	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	19 %	0 %	10 %	10 %	25 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	19 %	5 %	10 %	10 %	26 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Rumänien	RO	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	19 %	20 %	10 %	10 %	25 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	19 %	20 %	10 %	10 %	27 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Slowakei	SK	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	18 %	20 %	10 %	10 %	28 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	17 %	19 %	9 %	10 %	30 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Slowenien	SI	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	2 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	2 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Spanien	ES	**2014**	5 %	5 %	10 %	10 %	18 %	20 %	10 %	10 %	27 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	18 %	20 %	10 %	10 %	27 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Schweden	SE	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	3 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	15 %	14 %	3 %	10 %	32 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
Vereinigtes Königreich	UK	2015	5 %	5 %	10 %	10 %	14 %	14 %	1 %	10 %	31 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
		2017	5 %	5 %	10 %	10 %	14 %	14 %	1 %	10 %	31 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
EU27 (ohne DE)	**EU**	**2017**	**5 %**	**5 %**	**10 %**	**10 %**	**16 %**	**14 %**	**5 %**	**10 %**	**30 %**	**10 %**	**10 %**	**10 %**	**10 %**	**10 %**	**10 %**	**10 %**
Deutschland	**DE**	**2030**	**5 %**	**5 %**		**1.6 %**	**1 %**		**3 %**	**10 %**	**20 %**							
EU27 (ohne DE)	**EU**	**2030**	**5 %**	**5 %**		**5 %**	**5 %**		**5 %**	**10 %**	**30 %**							

*Für Zypern und Spanien enthielt das EEA-Modell keine Verlustraten für 2015 oder später. Daher wurden die letzten verfügbaren jährlichen Daten als Schätzung für 2017 verwendet.

A.1.2 Aufschlüsselung der Behandlung des Restmülls und der Organikabfälle

Tabelle 107: Aufschlüsselung der Restmüllbehandlung aus dem EEA-Modell, 2015 & 2017, in Prozent

Land	Länder-code	Jahr	MBA direkt	Verbr direkt	Deponie direkt	MBA 1	MBA 2	MBA 3	MBA 4	MBA 5	Verbr 1	Verbr 2	Verbr 3	Verbr 4
Österreich	AT	2015	28 %	71 %	1 %	44 %	46 %	0 %	0 %	10 %	6 %	65 %	29 %	0 %
		2017	27 %	71 %	1 %	44 %	46 %	0 %	0 %	10 %	6 %	65 %	29 %	0 %
Belgien	BE	2015	9 %	91 %	1 %	0 %	63 %	0 %	0 %	37 %	98 %	0 %	0 %	2 %
		2017	9 %	91 %	1 %	0 %	63 %	0 %	0 %	37 %	90 %	8 %	0 %	2 %
Bulgarien*	BG	2015	35 %	4 %	61 %	70 %	0 %	0 %	30 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
		2017	37 %	4 %	59 %	70 %	0 %	0 %	30 %	**0 %**	0 %	100 %	0 %	0 %
Kroatien	HR	2015	1 %	0 %	99 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	10 %	0 %	90 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Zypern	CY	2015	35 %	0 %	65 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %
		2017	44 %	0 %	56 %	81 %	0 %	0 %	0 %	19 %	0 %	0 %	100 %	0 %
Tschechische Republik	CZ	2015	0 %	20 %	80 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	100 %	0 %	0 %
		2017	6 %	23 %	71 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	100 %	0 %	0 %
Dänemark	DK	2015	0 %	96 %	4 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	18 %	82 %	0 %	0 %
		2017	0 %	96 %	4 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	16 %	84 %	0 %	0 %
Estland	EE	2015	16 %	74 %	11 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
		2017	16 %	76 %	8 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
Finnland	FI	2015	2 %	80 %	18 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	100 %	0 %	0 %
		2017	11 %	76 %	12 %	0 %	0 %	0 %	30 %	70 %	0 %	100 %	0 %	0 %
Frankreich	FR	2015	6 %	55 %	39 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	6 %	55 %	39 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Deutschland	DE	2015	18 %	82 %	0 %	30 %	0 %	5 %	0 %	65 %	10 %	80 %	10 %	0 %
		2017	18 %	82 %	0 %	30 %	0 %	5 %	0 %	65 %	10 %	80 %	10 %	0 %
Griechenland*	EL	2015	4 %	0 %	96 %	85 %	15 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	**15 %**	0 %	**85 %**	85 %	15 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Ungarn	HU	2015	87 %	13 %	0 %	28 %	0 %	0 %	0 %	72 %	0 %	100 %	0 %	0 %
		2017	87 %	13 %	0 %	28 %	0 %	0 %	0 %	72 %	0 %	100 %	0 %	0 %
Irland	IE	2015	15 %	13 %	72 %	50 %	0 %	0 %	0 %	50 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	13 %	26 %	61 %	50 %	0 %	0 %	0 %	50 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Italien*	IT	2015	72 %	20 %	8 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	57 %	43 %	0 %	0 %
		2017	**65 %**	**27 %**	**9 %**	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	57 %	43 %	0 %	0 %
Lettland	LV	2015	100 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	**20 %**	0 %	**80 %**	77 %	0 %	0 %	0 %	23 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Litauen	LT	2015	43 %	0 %	57 %	39 %	0 %	31 %	19 %	11 %	0 %	100 %	0 %	0 %

Land	Länder-code	Jahr	MBA direkt	Verbr direkt	Deponie direkt	MBA 1	MBA 2	MBA 3	MBA 4	MBA 5	Verbr 1	Verbr 2	Verbr 3	Verbr 4
		2017	54 %	0 %	46 %	39 %	0 %	29 %	22 %	10 %	0 %	100 %	0 %	0 %
Luxemburg	LU	2015	13 %	66 %	21 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	14 %	68 %	18 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Malta	MT	2015	17 %	0 %	83 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	31 %	0 %	69 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Niederlande	NL	2015	8 %	90 %	2 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
		2017	9 %	89 %	2 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
Polen	PL	2015	86 %	9 %	5 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	100 %	0 %	0 %
		2017	86 %	9 %	5 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	100 %	0 %	0 %
Portugal	PT	2015	38 %	23 %	39 %	0 %	0 %	80 %	20 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	39 %	24 %	38 %	0 %	0 %	80 %	20 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Rumänien	RO	2015	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	2 %	0 %	98 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Slowakei	SK	2015	3 %	10 %	86 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	4 %	11 %	85 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Slowenien	SI	2015	86 %	0 %	14 %	55 %	0 %	0 %	45 %	0 %	0 %	96 %	0 %	4 %
		2017	90 %	0 %	10 %	55 %	0 %	0 %	45 %	0 %	0 %	96 %	0 %	4 %
Spanien	ES	2015	69 %	5 %	25 %	71 %	0 %	0 %	29 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	70 %	6 %	24 %	71 %	0 %	0 %	29 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Schweden	SE	2015	0 %	98 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	97 %	3 %	0 %
		2017	0 %	98 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %	0 %	97 %	3 %	0 %
Vereinigtes Königreich	UK	2015	32 %	37 %	31 %	11 %	37 %	0 %	23 %	29 %	75 %	25 %	0 %	0 %
		2017	33 %	39 %	28 %	11 %	37 %	0 %	23 %	29 %	75 %	25 %	0 %	0 %

*Für Bulgarien war die MBA-Aufteilung 2017 größer als 100 % und wurde korrigiert, indem MBA-5 von 12 % auf 0 % gesetzt wurde. Griechenland hatte genauere Informationen über die durch MBA behandelten Mengen im Qualitätsbericht, der mit den Eurostat-Daten 2017 geliefert wurde. Daher wurde die Aufschlüsselung für 2017 an die tatsächlich gemeldete Aufschlüsselung angepasst. Für Italien wurde in den Daten 2017 von Eurostat angegeben, dass die Aufschlüsselung von 2015 beibehalten werden sollte. Für Lettland deuten die mit den MW-Daten 2017 gelieferten Metadaten darauf hin, dass die als MBA betrachteten Aktivitäten direkt auf der Deponie stattfinden, so dass die Aufteilung entsprechend angepasst wurde.

Tabelle 108: Aufschlüsselung der Behandlung von Organikabfällen aus dem EEA-Modell, 2015 und 2017, nach Stoffströmen, in Prozent

Land	Ländercode	Jahr	Lebensmittelreste			Grünabfälle			Sonstige Bioabfälle		
			offene Kompostierung	geschlossene Kompostierung	Vergärung	offene Kompostierung	Geschlossene Kompostierung	Vergärung	offene Kompostierung	Geschlossene Kompostierung	Vergärung
Österreich	AT	2015	26 %	26 %	48 %	47 %	47 %	7 %	32 %	32 %	36 %
		2017	26 %	26 %	48 %	47 %	47 %	7 %	32 %	32 %	36 %
Belgien	BE	2015	0 %	0 %	100 %	90 %	9 %	1 %	70 %	0 %	30 %
		2017	0 %	0 %	100 %	90 %	9 %	1 %	70 %	0 %	30 %
Bulgarien	BG	2015	26 %	26 %	48 %	38 %	38 %	24 %	33 %	33 %	34 %
		2017	26 %	26 %	48 %	38 %	38 %	24 %	33 %	33 %	34 %
Kroatien	HR	2015	97 %	0 %	3 %	99 %	0 %	1 %	98 %	0 %	2 %
		2017	97 %	0 %	3 %	99 %	0 %	1 %	98 %	0 %	2 %
Zypern	CY	2015	71 %	29 %	0 %	83 %	17 %	0 %	33 %	33 %	34 %
		2017	100 %	0 %	0 %	80 %	20 %	0 %	33 %	33 %	34 %
Tschech. Republik	CZ	2015	25 %	50 %	25 %	50 %	50 %	0 %	33 %	33 %	34 %
		2017	25 %	50 %	25 %	50 %	50 %	0 %	33 %	33 %	34 %
Dänemark	DK	2015	10 %	66 %	24 %	90 %	10 %	0 %	33 %	33 %	34 %
		2017	10 %	66 %	24 %	90 %	10 %	0 %	33 %	33 %	34 %
Estland	EE	2015	20 %	80 %	0 %	20 %	80 %	0 %	20 %	80 %	0 %
		2017	20 %	80 %	0 %	20 %	80 %	0 %	20 %	80 %	0 %
Finnland	FI	2015	11 %	60 %	29 %	11 %	60 %	29 %	11 %	60 %	29 %
		2017	11 %	60 %	29 %	11 %	60 %	29 %	11 %	60 %	29 %
Frankreich	FR	2015	0 %	98 %	2 %	0 %	98 %	2 %	0 %	98 %	2 %
		2017	0 %	98 %	2 %	0 %	98 %	2 %	0 %	98 %	2 %
Deutschland	DE	2015	45 %	45 %	10 %	45 %	45 %	10 %	33 %	33 %	34 %
		2017	45 %	45 %	10 %	45 %	45 %	10 %	33 %	33 %	34 %
Griechenland	EL	2015	0 %	100 %	0 %	80 %	20 %	0 %	33 %	33 %	34 %
		2017	0 %	100 %	0 %	80 %	20 %	0 %	33 %	33 %	34 %
Ungarn	HU	2015	50 %	50 %	0 %	80 %	20 %	0 %	33 %	33 %	34 %
		2017	50 %	50 %	0 %	80 %	20 %	0 %	33 %	33 %	34 %
Irland	IE	2015	13 %	75 %	12 %	93 %	7 %	0 %	36 %	27 %	37 %
		2017	13 %	75 %	12 %	93 %	7 %	0 %	36 %	27 %	37 %
Italien	IT	2015	0 %	60 %	40 %	40 %	60 %	0 %	5 %	55 %	40 %
		2017	0 %	60 %	40 %	40 %	60 %	0 %	5 %	55 %	40 %

			Lebensmittelreste			Grünabfälle			Sonstige Bioabfälle		
Lettland	LV	2015	100 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
		2017	100 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
Litauen	LT	2015	52 %	32 %	16 %	70 %	0 %	30 %	34 %	47 %	19 %
		2017	52 %	32 %	16 %	70 %	0 %	30 %	34 %	47 %	19 %
Luxemburg	LU	2015	1 %	0 %	99 %	89 %	0 %	11 %	33 %	33 %	34 %
		2017	1 %	0 %	99 %	89 %	0 %	11 %	33 %	33 %	34 %
Malta	MT	2015	4 %	4 %	91 %	38 %	38 %	24 %	6 %	6 %	89 %
		2017	0 %	0 %	100 %	38 %	38 %	24 %	0 %	0 %	100 %
Niederlande	NL	2015	43 %	37 %	20 %	100 %	0 %	0 %	33 %	33 %	34 %
		2017	42 %	37 %	21 %	100 %	0 %	0 %	33 %	33 %	34 %
Polen	PL	2015	100 %	0 %	0 %	80 %	20 %	0 %	33 %	33 %	34 %
		2017	100 %	0 %	0 %	80 %	20 %	0 %	33 %	33 %	34 %
Portugal	PT	2015	26 %	26 %	48 %	38 %	38 %	24 %	33 %	33 %	34 %
		2017	26 %	26 %	48 %	38 %	38 %	24 %	33 %	33 %	34 %
Rumänien	RO	2015	88 %	13 %	0 %	88 %	13 %	0 %	88 %	13 %	0 %
		2017	88 %	13 %	0 %	88 %	13 %	0 %	88 %	13 %	0 %
Slowakei	SK	2015	80 %	0 %	20 %	100 %	0 %	0 %	50 %	0 %	50 %
		2017	80 %	0 %	20 %	100 %	0 %	0 %	50 %	0 %	50 %
Slowenien	SI	2015	38 %	32 %	30 %	38 %	33 %	29 %	3 %	5 %	92 %
		2017	26 %	32 %	42 %	26 %	33 %	41 %	3 %	5 %	92 %
Spanien	ES	2015	50 %	0 %	50 %	55 %	40 %	5 %	33 %	33 %	34 %
		2017	50 %	0 %	50 %	55 %	40 %	5 %	33 %	33 %	34 %
Schweden	SE	2015	9 %	10 %	81 %	50 %	50 %	0 %	0 %	100 %	0 %
		2017	9 %	10 %	81 %	50 %	50 %	0 %	0 %	100 %	0 %
Vereinigtes Königreich	UK	2015	2 %	17 %	81 %	87 %	12 %	2 %	16 %	77 %	7 %
		2017	2 %	17 %	81 %	87 %	12 %	2 %	16 %	77 %	7 %

Tabelle 109: Aufschlüsselung der Vergärung aus dem EEA-Modell, 2015 und 2017, in Prozent

Land	Ländercode	Jahr	Vergärung 1	Vergärung 2	Vergärung 3	Vergärung 4	Vergärung 5
Österreich	AT	2015	48 %	48 %	4 %	1 %	0 %
		2017	48 %	48 %	4 %	1 %	0 %
Belgien	BE	2015	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Bulgarien	BG	2015	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Kroatien	HR	2015	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Zypern	CY	2015	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Tschechische Republik	CZ	2015	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Dänemark	DK	2015	60 %	3 %	37 %	0 %	0 %
		2017	60 %	3 %	37 %	0 %	0 %
Estland	EE	2015	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %
		2017	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %
Finnland	FI	2015	0 %	69 %	0 %	24 %	7 %
		2017	0 %	69 %	0 %	25 %	6 %
Frankreich	FR	2015	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Deutschland	DE	2015	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Griechenland	EL	2015	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Ungarn	HU	2015	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Irland	IE	2015	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Italien	IT	2015	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	92 %	0 %	2 %	6 %	0 %
Lettland	LV	2015	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Litauen	LT	2015	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Luxemburg	LU	2015	0 %	34 %	66 %	0 %	0 %
		2017	0 %	34 %	66 %	0 %	0 %
Malta	MT	2015	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	60 %	40 %	0 %	0 %	0 %
Niederlande	NL	2015	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Polen	PL	2015	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Portugal	PT	2015	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Rumänien	RO	2015	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
		2017	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Slowakei	SK	2015	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Slowenien	SI	2015	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Spanien	ES	2015	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Schweden	SE	2015	8 %	3 %	17 %	69 %	3 %
		2017	8 %	4 %	18 %	66 %	4 %
Vereinigtes Königreich	UK	2015	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
		2017	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %

A.1.3 Restmüllzusammensetzung für alle Länder und Validierung und Anpassung mit verfügbaren Abfallanalysedaten für einige Länder

Tabelle 110: Restmüllzusammensetzung 2017 aus dem EEA-Modell (für Länder ohne Literaturdaten zur Zusammensetzung), in %

Land	Ländercode	LMR	Grünabfälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	PPK	Textilien	Glas	Metalle	Kunststoffe	*EEAG*	Schutt, Böden	*Batterien/-Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige	***Gesamt***	**Gesamt (betrachtet)**
Bulgarien	BG	25 %	19 %	0 %	2 %	15 %	3 %	6 %	2 %	11 %	0 %	0 %	0 %	1 %	0 %	14 %	2 %	**100 %**	**99 %**
Zypern	CY	37 %	12 %	0 %	3 %	17 %	7 %	3 %	1 %	15 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	2 %	3 %	**100 %**	**100 %**
Lettland	LV	23 %	6 %	2 %	2 %	16 %	3 %	9 %	2 %	9 %	0 %	0 %	0 %	0 %	19 %	4 %	5 %	**100 %**	**100 %**
Litauen	LT	13 %	6 %	11 %	1 %	7 %	7 %	5 %	2 %	12 %	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	13 %	21 %	**100 %**	**99 %**
Malta	MT	47 %	2 %	0 %	1 %	15 %	4 %	4 %	3 %	12 %	0 %	0 %	0 %	0 %	2 %	0 %	11 %	**100 %**	**100 %**
Polen	PL	23 %	10 %	0 %	1 %	10 %	3 %	7 %	2 %	13 %	0 %	0 %	0 %	1 %	13 %	6 %	12 %	**100 %**	**99 %**
Slowakei	SK	31 %	17 %	0 %	3 %	9 %	3 %	6 %	3 %	11 %	0 %	3 %	0 %	1 %	0 %	1 %	12 %	**100 %**	**96 %**
Dänemark	DK	42 %	7 %	0 %	0 %	19 %	0 %	2 %	2 %	11 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	2 %	14 %	**100 %**	**99 %**
Portugal	PT	33 %	6 %	6 %	1 %	11 %	4 %	3 %	2 %	10 %	0 %	0 %	0 %	0 %	13 %	0 %	12 %	**100 %**	**100 %**
Finnland	FI	23 %	9 %	2 %	4 %	20 %	4 %	2 %	2 %	18 %	1 %	2 %	0 %	0 %	0 %	2 %	9 %	**100 %**	**97 %**
Schweden	SE	26 %	8 %	0 %	11 %	19 %	3 %	1 %	3 %	15 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	13 %	**100 %**	**98 %**
Belgien	BE	17 %	5 %	0 %	4 %	10 %	4 %	2 %	1 %	10 %	0 %	0 %	0 %	1 %	1 %	7 %	37 %	**100 %**	**99 %**
Österreich	AT	14 %	0 %	0 %	0 %	10 %	7 %	4 %	4 %	17 %	0 %	0 %	0 %	2 %	7 %	5 %	30 %	**100 %**	**98 %**
Slowenien	SI	13 %	9 %	2 %	6 %	19 %	2 %	7 %	4 %	12 %	1 %	0 %	0 %	1 %	0 %	0 %	23 %	**100 %**	**98 %**

Tabelle 111: Restmüllzusammensetzung 2017 aus dem EEA-Modell (für Länder mit Literaturdaten zur Zusammensetzung), vor und nach Anpassung, in %

Land	Länder-code	Art der Zusammensetzung	Jahr	LMR	Grünab-fälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	PPK	Textilien	Glas	Metalle	Kunst-stoffe	*EEAG*	Schutt, Böden	*Batterien/-Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige
Estland	EE	Modell	2017	28 %	3 %	1 %	2 %	14 %	5 %	5 %	4 %	18 %	*2 %*	*0 %*	*0 %*	*1 %*	0 %	4 %	13 %
		Modell angepasst	2017	**27 %**	3 %	1 %	2 %	14 %	5 %	5 %	4 %	18 %	*2 %*	*0 %*	*0 %*	*1 %*	0 %	4 %	13 %
		Literatur[1]	2015	32 %				14 %		5 %	5 %	18 %							27 %
Kroatien	HR	Modell	2017	26 %	7 %	0 %	1 %	24 %	3 %	5 %	2 %	19 %	*1 %*	*3 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	0 %	8 %
		Modell angepasst	2017	26 %	7 %	0 %	1 %	24 %	3 %	5 %	2 %	19 %	*1 %*	*3 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	0 %	8 %
		Literatur[2]	2015	31 %	6 %	1 %	1 %	23 %	4 %	4 %	2 %	23 %		0 %					6 %
Ungarn	HU	Modell	2017	22 %	5 %	0 %	0 %	14 %	4 %	3 %	2 %	17 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*1 %*	16 %	6 %	10 %
		Modell angepasst	2017	22 %	5 %	0 %	0 %	14 %	4 %	3 %	2 %	17 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*1 %*	16 %	6 %	10 %
		Literatur[3]	2015	23 %				13 %		4 %	2 %	15 %							44 %
Griechenland	EL	Modell	2017	50 %	3 %	0 %	0 %	15 %	0 %	3 %	3 %	14 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	0 %	12 %
		Modell angepasst	2017	**42 %**	3 %	0 %	**5 %**	**22 %**	0 %	**4 %**	**4 %**	14 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	0 %	**8 %**
		Literatur[4]	2011	44 %			5 %	22 %		4 %	4 %	14 %							6,8 %
Rumänien	RO	Modell	2017	47 %	15 %	0 %	2 %	12 %	1 %	5 %	3 %	14 %	*1 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	0 %	1 %
		Modell angepasst	2017	47 %	15 %	0 %	2 %	12 %	1 %	5 %	3 %	14 %	*1 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	0 %	1 %
		Literatur[5]	2014	62 %			2 %	12 %	1 %	5 %	3 %	14 %	*1 %*						0 %
Irland	IE	Modell	2017	20 %	6 %	0 %	0 %	17 %	8 %	4 %	2 %	14 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*1 %*	12 %	0 %	15 %
		Modell angepasst	2017	**16 %**	**5 %**	0 %	0 %	17 %	8 %	4 %	**4 %**	**18 %**	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*1 %*	12 %	0 %	15 %
		Literatur[6]	2017	14 %	3 %		1 %	15 %	10 %	3 %	5 %	19 %	*1 %*			*1 %*	12 %	2 %	16 %
Tschechische Republik	CZ	Modell	2017	37 %	5 %	0 %	8 %	11 %	6 %	5 %	2 %	13 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	5 %	10 %
		Modell angepasst	2017	37 %	5 %	0 %	8 %	11 %	6 %	5 %	2 %	13 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	5 %	10 %
		Literatur[7]	2016	34 %				8 %	2 %	4 %	3 %	11 %	*1 %*			*1 %*	9 %	4 %	23 %

Land	Länder-code	Art der Zusammensetzung	Jahr	LMR	Grünab-fälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	PPK	Textilien	Glas	Metalle	Kunst-stoffe	*EEAG*	Schutt, Böden	*Batterien/-Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige
Spanien	ES	Modell	2017	46 %	9 %	0 %	2 %	10 %	6 %	4 %	3 %	9 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	0 %	11 %
		Modell angepasst	2017	**45 %**	9 %	0 %	2 %	**11 %**	**5 %**	**5 %**	3 %	9 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	0 %	**10 %**
		Literatur[8]	2012	54 %			2 %	11 %	5 %	5 %	3 %	9 %							9 %
Frankreich	FR	Modell	2017	29 %	4 %	0 %	4 %	27 %	4 %	7 %	3 %	12 %	*2 %*	*0 %*	*0 %*	*1 %*	3 %	4 %	2 %
		Modell angepasst	2017	29 %	4 %	0 %	**5 %**	**16 %**	4 %	**6 %**	3 %	**15 %**	*2 %*	*0 %*	*0 %*	*1 %*	**6 %**	**3 %**	**8 %**
		Literatur[9]	2017	34 %			5 %	15 %	3 %	5 %	3 %	15 %				*1 %*	8 %	2 %	11 %
Luxemburg	LU	Modell	2017	27 %	2 %	0 %	1 %	19 %	3 %	3 %	2 %	18 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*1 %*	7 %	1 %	15 %
		Modell angepasst	2017	27 %	2 %	0 %	1 %	19 %	3 %	3 %	2 %	18 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*1 %*	7 %	1 %	15 %
		Literatur[10]	2015	30 %				19 %	3 %	3 %	2 %	18 %							24 %
Niederlande	NL	Modell	2017	21 %	5 %	10 %	4 %	20 %	5 %	5 %	4 %	14 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	0 %	13 %
		Modell angepasst	2017	21 %	5 %	10 %	4 %	20 %	5 %	5 %	4 %	14 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	0 %	13 %
		Literatur[11]	2016	32 %				20 %	5 %	5 %	4 %	14 %				*0 %*			19 %
Italien	IT	Modell	2017	15 %	8 %	0 %	1 %	21 %	6 %	3 %	3 %	18 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	2 %	22 %
		Modell angepasst	2017	15 %	8 %	0 %	1 %	21 %	6 %	3 %	3 %	18 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	0 %	2 %	22 %
		Literatur[12]	2008-	28 %			1 %	26 %	8 %	3 %	4 %	19 %	*0 %*					2 %	10 %
Vereinigtes Königreich	UK	Modell	2017	26 %	10 %	0 %	2 %	15 %	4 %	4 %	3 %	14 %	*2 %*	*0 %*	*0 %*	*1 %*	2 %	0 %	17 %
		Modell angepasst	2017	26 %	10 %	0 %	2 %	15 %	4 %	4 %	3 %	14 %	*2 %*	*0 %*	*0 %*	*1 %*	2 %	0 %	17 %
		Literatur[13]	2015	34 %				15 %	4 %	2 %	3 %	19 %							23 %
Deutschland	DE	Modell	2017	28 %	10 %	0 %	9 %	7 %	7 %	0 %	0 %	15 %	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	12 %	4 %	8 %
		Modell angepasst	2017	**27 %**	**9 %**	0 %	**8 %**	**6 %**	7 %	**4 %**	**4 %**	**8 %**	*0 %*	*0 %*	*0 %*	*0 %*	**7 %**	4 %	**17 %**
		Literatur[14]	2018	36 %			8 %	5 %	7 %	4 %	4 %	8 %	*1 %*			*0 %*	7 %	3 %	17 %

1 [Blonskaja und Põldnurk 2014]
2 [Vlada Republike Hrvatske 2017]
3 [The Ministry of Agriculture 2015]
4 [Delphiengineering 2014]
5 [Muşuroaea, et al. 2017]
6 [EPA 2018]
7 (Grolmus 2017)]
8 [MAPA 2015]
9 (ADEME 2019)]
10 (eurostat 2017)]
11 (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (lenW) 2018)]
12 [ISPRA 2017]
13 [Defra 2015]
14 [UBA 2019]

A.1.4 Massenstromannahmen des EEA-Modells für MBA

Tabelle 112: Prozentuale Verteilung der Behandlung des MBA-Outputs und der Massenverluste nach MBA-Typ, wie im EEA-Modell angewandt

MBA-Typ	Behandlung des Outputs	LMR	Grünab-fälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	PPK	*Textilien*	Glas	Metalle	Kunst-stoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien/ Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige
MBA 1 - Biostabilisierung	Recycling								63 %	10 %			70 %				
	Energierückgewinnung																
	Rekultivierung	25 %	30 %	25 %	20	25 %	10 %	35 %	7 %	15 %	5 %	10 %	5 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Massenverlust	60 %	40 %	60 %	20	35 %	25 %			5 %							
	Deponierung	15 %	30 %	15 %	60	40 %	65 %	65 %	30 %	70 %	95 %	90 %	25 %	100	100 %	100 %	100 %
	Insgesamt	**100 %**	**100**	**100 %**	**10**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100**	**100 %**	**100 %**	**100 %**
MBA 2 - Biologische Trocknung kein Kunststoffrecycling	Recycling								63 %				70 %				
	Energierückgewinnung	55 %	60 %	55 %	80	80 %	85 %	20 %	20 %	95 %	50 %	50 %	20 %	100	100 %	100 %	100 %
	Rekultivierung																
	Massenverlust	40 %	35 %	40 %	5 %	20 %	10 %										
	Deponierung	5 %	5 %	5 %	15	0 %	5 %	80 %	17 %	5 %	50 %	50 %	10 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Insgesamt	**100 %**	**100**	**100 %**	**10**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100**	**100 %**	**100 %**	**100 %**
MBA 3 - Biologische Trocknung mit Kunststoffrecycling	Recycling								63 %	10 %			70 %				
	Energierückgewinnung	55 %	60 %	55 %	80	80 %	85 %	20 %	20 %	85 %	50 %	50 %	20 %	100	100 %	100 %	100 %
	Rekultivierung																
	Massenverlust	40 %	35 %	40 %	5 %	20 %	10 %										
	Deponierung	5 %	5 %	5 %	15	0 %	5 %	80 %	17 %	5 %	50 %	50 %	10 %	0 %	0 %	0 %	0 %
	Insgesamt	**100 %**	**100**	**100 %**	**10**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100**	**100 %**	**100 %**	**100 %**
MBA 4 - AD-basiert	Recycling								63 %	10 %			70 %				
	Energierückgewinnung																
	Rekultivierung	30 %	30 %	30 %	20	25 %	10 %	35 %	5 %	15 %	5 %	10 %	5 %	0 %	30 %	10 %	
	Massenverlust	50 %	50 %	50 %	20	35 %	25 %			5 %					50 %		
	Deponierung	20 %	20 %	20 %	60	40 %	65 %	65 %	32 %	70 %	95 %	90 %	25 %	100	20 %	90 %	100 %
	Insgesamt	**100 %**	**100**	**100 %**	**10**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100**	**100 %**	**100 %**	**100 %**
MBA 5 - Basissortierung + Energieerzeugung	Recycling					20 %			63 %	10 %			63 %				
	Energierückgewinnung	100 %	100	100 %	10	80 %	100 %	100 %	37 %	90 %	50 %	100 %	37 %	100	100 %	30 %	100 %
	Rekultivierung																
	Massenverlust																
	Deponierung										50 %	0 %	0 %	0 %	0 %	70 %	0 %
	Insgesamt	**100 %**	**100**	**100 %**	**10**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100 %**	**100**	**100 %**	**100 %**	**100 %**

A.2 Zusätzliche Informationen

A.2.1 Definition von Siedlungsabfällen und Erfassung durch EAV-Codes[55]

OECD / Eurostat Definition von Siedlungsabfällen

Die Daten der Siedlungsabfallstatistik werden in der Europäischen Union seit den 1990er Jahren auf der Grundlage eines gemeinsamen Fragebogens (Joint Questionnaire - JQ) von OECD/Eurostat erhoben. Die Daten der bestehenden Zeitreihen werden im Wesentlichen auf der Grundlage der SiAbf-Definition des gemeinsamen Fragebogens erhoben. Der Parameter "erzeugte Siedlungsabfälle" wird anhand der folgenden Kriterien definiert:

- Abfallstoffe/Fraktionen
- Art der Sammlung
- Herkunft der Abfälle

Im Folgenden wird der traditionelle Wortlaut der Definition von Siedlungsabfällen aus dem Joiont QuestionnaireJQ wiedergegeben. Die Teile des Wortlauts der Definition, die sich auf eines der oben genannten Kriterien beziehen, sind in der jeweiligen Farbe gekennzeichnet.

Wortlaut aus dem Definitionsteil des gemeinsamen Fragebogens

Zu den Siedlungsabfällen gehören Haushaltsabfälle und ähnliche Abfälle.

Es umfasst auch:

1) Sperrmüll (z. B. weiße Ware, alte Möbel, Matratzen) und

2) Grünabfälle, Laub, Grasschnitt, Straßenkehricht, der Inhalt von Abfallbehältern und Marktreinigungsabfälle,

wenn sie als Abfall behandelt werden.

Dazu gehören Abfälle, die stammen aus:

1. Haushalten,

2. Handel und Gewerbe, kleine Unternehmen, Bürogebäude und Institutionen (Schulen, Krankenhäuser, Regierungsgebäude).

Es umfasst auch:

3. Abfälle aus ausgewählten kommunalen Dienstleistungen, z. B. Abfälle aus der Park- und Gartenpflege, Abfälle aus der Straßenreinigung (Straßenkehricht, Inhalt von Abfallbehältern, Marktreinigungsabfälle),

wenn sie als Abfall behandelt werden.

Sie umfasst die gesammelten Abfälle aus diesen Quellen:

A die traditionelle Haus-zu-Haus-Sammlung (gemischte Haushaltsabfälle), und

B getrennt gesammelte Fraktionen für die Verwertung (durch Haussammlung und/oder freiwillige Einzahlungen).

Für die Zwecke dieses Fragebogens bezieht sich Siedlungsabfall auf die oben definierten Abfälle, die von oder im Auftrag von Gemeinden gesammelt werden.

Die Definition umfasst auch Abfälle, die aus denselben Quellen stammen und in ihrer Art und Zusammensetzung ähnlich sind:

10 werden direkt vom privaten Sektor (Unternehmen oder private Einrichtungen ohne Erwerbszweck) und nicht im Auftrag der Gemeinden gesammelt (hauptsächlich getrennte Sammlung zu Verwertungszwecken),

11 aus ländlichen Gebieten stammen, die nicht an einen regulären Abfalldienst angeschlossen sind, auch wenn sie vom Erzeuger selbst entsorgt werden.

Die Definition schließt aus:

3) Abfälle aus dem kommunalen Abwassernetz und deren Behandlung,

4) kommunale Bau- und Abbruchabfälle.

[55] Europäische Kommission, Eurostat - Referat E2 - Umweltstatistiken und -gesamtrechnungen; nachhaltige Entwicklung, Leitfaden zur Erhebung von Daten über Siedlungsabfälle - Mai 2017 (nur auf Englisch verfügbar), abgerufen am 6. April 2019 von https://ec.europa.eu/eurostat/documents/342366/351811/Municipal+Waste+guidance

Erfassung von Siedlungsabfällen auf der Grundlage ausgewählter EAV-Codes

Kapitel 20: Siedlungsabfälle (Haushaltsabfälle und ähnliche gewerbliche und industrielle Abfälle sowie Abfälle aus Einrichtungen), einschließlich getrennt gesammelter Fraktionen

20 01 getrennt gesammelte Fraktionen (außer 15 01)

20 01 01	Papier und Pappe/Karton
20 01 02	Glas
20 01 08	biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle
20 01 10	Bekleidung
20 01 11	Textilien
20 01 13*	Lösungsmittel
20 01 14*	Säuren
20 01 15*	Laugen
20 01 17*	Fotochemikalien
20 01 19*	Pestizide
20 01 21*	Leuchtstoffröhren und andere quecksilberhaltige Abfälle
20 01 23*	gebrauchte Geräte, die Fluorchlorkohlenwasserstoffe enthalten
20 01 25	Speiseöle und -fette
20 01 26*	Öle und Fette mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 25 fallen
20 01 27*	Farben, Druckfarben, Klebstoffe und Kunstharze, die gefährliche Stoffe enthalten
20 01 28	Farben, Druckfarben, Klebstoffe und Kunstharze mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 27 fallen
20 01 29*	Reinigungsmittel, die gefährliche Stoffe enthalten
20 01 30	Reinigungsmittel mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 29 fallen
20 01 31*	zytotoxische und zytostatische Arzneimittel
20 01 32	Arzneimittel mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 31 fallen
20 01 33*	Batterien und Akkumulatoren, die unter 16 06 01, 16 06 02 oder 16 06 03 fallen, sowie gemischte Batterien und Akkumulatoren, die solche Batterien enthalten
20 01 34	Batterien und Akkumulatoren mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 33 fallen
20 01 35*	ausrangierte Elektro- und Elektronikgeräte mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 21 und 20 01 23 fallen und gefährliche Bauteile enthalten
20 01 36	gebrauchte elektrische und elektronische Geräte mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 21, 20 01 23 und 20 01 35 fallen
20 01 37*	Holz, das gefährliche Stoffe enthält
20 01 38	Holz mit Ausnahme desjenigen, das unter 20 01 37 fällt
20 01 39	Kunststoffe
20 01 40	Metalle
20 01 41	Abfälle aus der Reinigung von Schornsteinen
20 01 99	sonstige Fraktionen a. n. g.

20 02 Grünabfälle- und Parkabfälle (einschließlich Friedhofsabfälle)

20 02 01	Biologisch abbaubare Abfälle
20 02 03	andere nicht biologisch abbaubare Abfälle

20 03 andere Siedlungsabfälle

20 03 01	gemischte Siedlungsabfälle
20 03 02	Marktabfälle
20 03 03	Straßenreinigungsabfälle
20 03 07	Sperrmüll
20 03 99	Siedlungsabfälle a. n. g.

Kapitel 15 Verpackungsabfälle; Aufsaugmittel, Wischtücher, Filtermaterialien und Schutzkleidung, anderweitig nicht genannt

15 01 Verpackungen (einschließlich getrennt gesammelter kommunaler Verpackungsabfälle)

15 01 01	Verpackungen aus Papier und Pappe
15 01 02	Verpackungen aus Kunststoff
15 01 03	Verpackungen aus Holz
15 01 04	Verpackungen aus Metall
15 01 05	Verbundverpackungen
15 01 06	gemischte Verpackungen
15 01 07	Verpackungen aus Glas
15 01 09	Verpackungen aus Textilien
15 01 10*	Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffen enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind
15 01 11*	Verpackungen aus Metall, die eine gefährliche feste poröse Matrix (z. B. Asbest) enthalten, einschließlich geleerter Druckbehältnisse

Alle mit einem Sternchen (*) gekennzeichneten Abfälle gelten als gefährliche Abfälle; einige Codes umfassen Elektro- und Elektronikaltgeräte sowie Batterien und Akkumulatoren.

A.2.2 Erfassungsgrad von Siedlungsabfällen nach Materialien des EEA-Modells und entsprechende EAK-Stat Codes für die Abgrenzung

Tabelle 113: Liste der in dieser Studie untersuchten Siedlungsabfälle und die EAK-Stat Codes, denen die Materialien zugeordnet sind (für die proportionale Subtraktion von den WStatR-Sektoren)

Material im EEA-Modell	EAK-Stat Code	EAK-Stat Beschreibung	Kommentar
Lebensmittelreste Grünabfälle andere Bioabfälle	W091 W092	Tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle Pflanzliche Abfälle	Die drei Materialien sind Teil beider EAK-Stat-Kategorien und werden anteilig von der Summe der Kategorien abgezogen
Holz	W075	Holzabfälle	-
PPK	W072	Abfälle aus Papier und Pappe	-
Textilien	W076	Textilabfälle	-
Glas	W071	Glasabfälle	-
Metalle	W063	Metallabfälle, gemischt	-
Kunststoffe	W074	Kunststoffabfälle	-
Inertes	W12B	Sonstige mineralische Abfälle	
Feinmüll Sonstiges	W102	Gemischte und undifferenzierte Materialien	Beide Materialien werden von einer EAK-Stat-Kategorie abgezogen
Gemischter (Rest-) Abfall	**W101**	**Hausmüll und ähnliche Abfälle**	**Gemischter (Rest-)Abfall als Ganzes, der abzuziehen ist**

Gefährliche Abfälle (ohne Elektro- und Elektronikaltgeräte), Elektro- und Elektronikaltgeräte, Batterien und Akkus sowie Bauschutt und Boden sind nicht aufgeführt, da diese Ströme in dieser Studie nicht berücksichtigt werden.

A.2.3 Allgemeine Beschreibung und Hintergrund des Europäischen Abfallmodells

Das EEA-Modell wurde entwickelt, um die aktuelle und wahrscheinliche zukünftige Leistung der Mitgliedstaaten (MS) bei der Behandlung von Siedlungsabfällen zu bewerten. Es dient auch als Modellierungsinstrument für das Aufkommen und die Behandlung von Siedlungsabfällen auf aggregierter europäischer Ebene.

Das aktuelle Modell wurde im breiteren Kontext des Projekts "Impact Assessment on Options Reviewing Targets in the Waste Framework Directive, Landfill Directive and Packaging and Packaging Waste Directive" entwickelt. Die Entwicklung des Modells wurde im Rahmen eines separaten Vertrags von einem Konsortium unter der Leitung von Eunomia Research & Consulting (Bristol, UK) in Zusammenarbeit mit dem Copenhagen Resource Institute (Dänemark) durchgeführt.

Das derzeit verwendete "Europäische Referenzmodell für das Aufkommen und die Behandlung von Siedlungsabfällen (Gibbs / Elliott / Vergunst / et al. 2014b) (als "Abfallmodell" bezeichnet) bewertet die Leistung der Mitgliedstaaten und schätzt ihre künftige Leistung ein. Es bildet nun

die Grundlage für den " Early Warning Mechanism" (Frühwarnmechanismus), der darauf abzielt, potenzielle Schwierigkeiten der Mitgliedstaaten bei der Erreichung der in den Richtlinien festgelegten Ziele bereits vor Ablauf der Frist zu erkennen.

Das Microsoft Excel-Tool enthält Projektionen verschiedener Abfallstromszenarien und zusätzliche Analysen von Kosten und Nutzen, Beschäftigung und anderen Indikatoren. Das Modell ist nicht nur für die Kommission und die EEA zur Bewertung der Zielvorgaben gedacht, sondern auch als Instrument für die nationale Abfallbewirtschaftungsstrategie, Planung und Politikgestaltung. Die Leistung der einzelnen Mitgliedstaaten und der EU insgesamt kann anhand der bestehenden Ziele für Siedlungsabfälle bewertet werden.

Die Grundlage für die erste Dateneingabe für das Berichtsjahr wurde in einem mehrstufigen Verfahren zusammengestellt. Zunächst wurden die zuständigen Behörden in allen Mitgliedstaaten ermittelt[56] und ein detaillierter Fragebogen versandt, in dem länderspezifische Informationen angefordert wurden. Ziel des Fragebogens war es, die Lücken vor dem Länderbesuch besser zu verstehen und detaillierte Informationen zusammenzustellen, die einen Länderbesuch für einige Länder überflüssig machen würden. Neunzehn Mitgliedstaaten wurden von Mitgliedern des Projektteams besucht, während bei acht Ländern die Leistung des Landes und die verfügbaren Informationen aus der Literatur und dem Fragebogen für die Modelleingabe ausreichend waren.

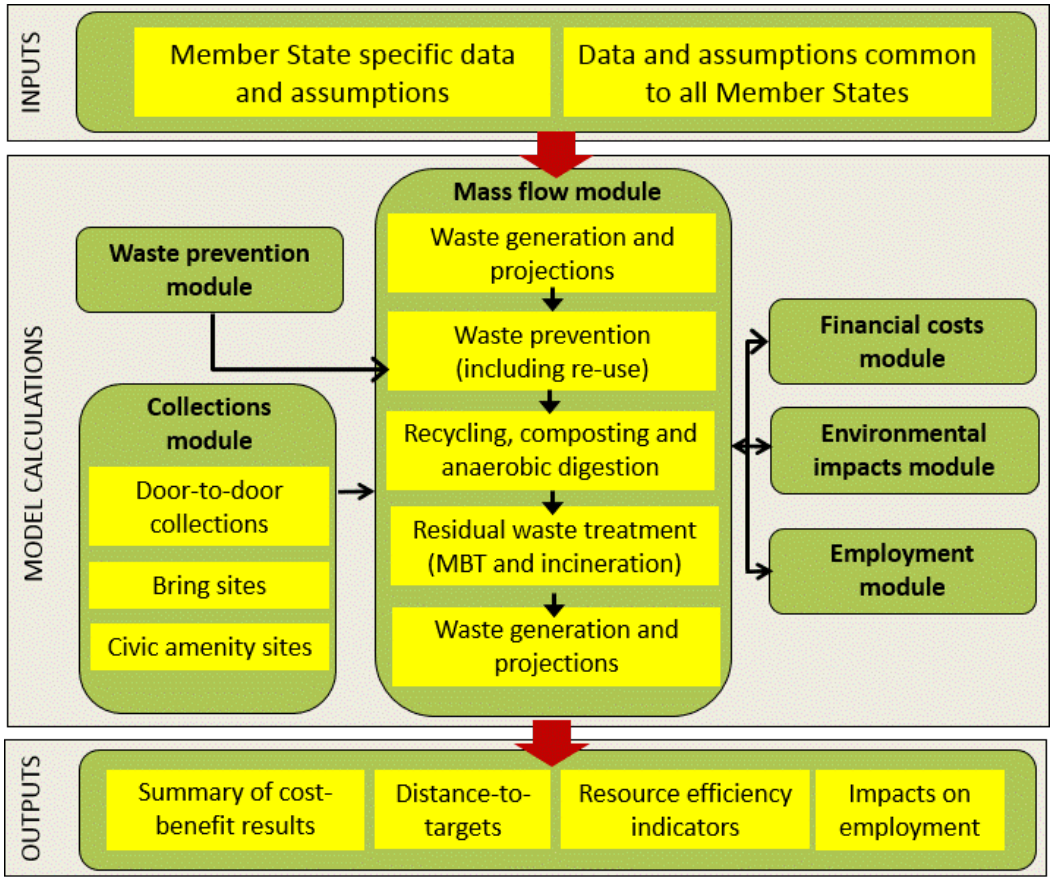
Darüber hinaus wurde auf der offiziellen Website des Projekts eine Online-Konsultation für die Interessengruppen der Branche durchgeführt, bei der Informationen zu folgenden Themen gesammelt wurden:

- Zusammensetzung des Abfalls;
- In den Mitgliedstaaten betriebene Abfallsammelsysteme und deren Kosten; und
- Kosten der Abfallbehandlungen.

Diese Informationsquellen wurden als Eingangsdaten für das Modell verwendet. Aus der schematischen Darstellung des Gesamtmodells in Abbildung 1 ist ersichtlich, dass die wichtigsten Modellberechnungen aus sechs Modulen bestehen.

[56] Hauptsächlich: Umweltministerien, nationale statistische Ämter, Umweltagenturen/-institute.

Abbildung 45: Gesamtschema des europäischen Referenzmodells für das Aufkommen und die Behandlung von Siedlungsabfällen



Quelle: (Gibbs et al. 2014b)

Diese Module umfassen:

1. **Massenstrommodul** - der zentrale Kern des Modells, in dem alle Daten und Stoffströme, Eingaben und Daten zur Behandlung eingegeben werden;
2. **Modul Abfallvermeidung** - dieses Modul berechnet die Auswirkungen und Umsetzungskosten verschiedener Initiativen zur Abfallvermeidung;
3. **Modul Sammlungen** - in diesem Modul werden die Grundlagen, Kosten und Logistik der Siedlungsabfallsammlung definiert;
4. **Modul Finanzielle Kosten** - auf der Grundlage des Massenstroms von Abfällen berechnet dieses Modul die Kosten der Abfallbehandlung (z. B. durch Deponierung, Verbrennung und/oder Recycling);
5. **Modul Umweltauswirkungen** - dieses Modul berechnet die Treibhausgas- (THG) sowie die weiteren Luftemissionen; und
6. **Beschäftigungsmodul** - berechnet die möglichen Auswirkungen politischer Veränderungen auf die Beschäftigung.

Die Ergebnisse des Modells sind in den folgenden Modulen zusammengefasst:

- Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse;
- Abstand zu den Zielen der europäischen Abfallrahmenrichtlinie (entspricht dem "Frühwarnmechanismus");
- Indikatoren für die Ressourceneffizienz; und

- erwartete Auswirkungen auf die Beschäftigung.

Die im Modell verwendeten Länderdaten sind in separaten Länderdatenberichten zu finden, die in Anhang 1 des Hauptberichts zusammengefasst sind (Gibbs et al. 2014b)

Es ist wichtig zu erwähnen, dass die oben beschriebene Folgenabschätzung für das Kreislaufwirtschaftspaket 2014 für das überarbeitete Kreislaufwirtschaftspaket 2015 wiederholt wurde. Im Zuge dieses Projekts mit der Bezeichnung "Further development of the European reference Model on Waste Generation and Management" (Weiterentwicklung des europäischen Referenzmodells für Abfallaufkommen und -behandlung) wurden die folgenden wesentlichen Änderungen am Modell vorgenommen:

- Änderungen am Modul Finanzkosten (Sekundärmaterialerlöse, Arbeitskostenquoten, länderspezifische Deflatoren, Aktualisierung der Kosten auf reale Preise 2015 usw.);
- Anpassung der Faktoren für die Beschäftigungsintensität;
- Änderungen am Erfassungsmodul und an der Funktion "Ziele der europäischen Abfallrahmenrichtlinie ", um deren Genauigkeit zu erhöhen;
- Entwicklung eines separaten B&A-Abfall-Modells; und
- Aktualisierung der Abfalldaten für drei Länder in Bezug auf die Abfallzusammensetzung und die gewählte Option für die Berichterstattung über die Einhaltung der ARRL bei Haushaltsabfällen.

Darüber hinaus wurden die Länderdatenberichte für die einzelnen MS überarbeitet, indem die Informationen in einer stärker standardisierten Form (z. B. Tabellen) hinzugefügt und in Anhang 3 des neuen Hauptberichts dargestellt wurden (Gibbs et al. 2014b).

Im Jahr 2017 wurden die Modelldaten für das Referenzjahr 2015 aktualisiert, eine Aufgabe, die vom Abfallwirtschaftsteam des „European Topic Centre on Waste and Materials in a Green Economy“ (ETC/WMGE) übernommen wurde. Die Daten wurden von einem Konsortium unter Leitung von Eunomia Research & Consulting im Rahmen einer Studie gesammelt (D. Hogg et al. 2018) für die Europäische Kommission erhoben, um die Mitgliedstaaten zu ermitteln, bei denen die Gefahr besteht, dass sie das Recyclingziel der Abfallrahmenrichtlinie für 2020 nicht erreichen.

Das ETC/WMGE erstellte in Zusammenarbeit mit Eunomia einen Fragebogen, in dem aktuelle Statistiken sowie Informationen über erwartete künftige Entwicklungen und Strategien für die Behandlung von Siedlungsabfällen in den Mitgliedstaaten angefordert wurden. Ziel des Fragebogens war es, eine Aktualisierung der wichtigsten Daten des Modells zu erhalten.

Der Fragebogen umfasste die folgenden Themen:

- die derzeitige Situation des Aufkommens und der Behandlung von Siedlungsabfällen (einschließlich der vorhandenen Behandlungskapazitäten) und die stoffliche Zusammensetzung der Siedlungsabfälle;
- die voraussichtliche Entwicklung in der Zukunft, d. h. Prognosen zum Aufkommen von Siedlungsabfällen, Auswirkungen der in naher Zukunft umzusetzenden politischen Maßnahmen, künftige Behandlungskapazitäten sowie geplante und potenzielle Änderungen an den Sammelsystemen;
- Maßnahmen zur Erhöhung der Recyclingraten von Siedlungsabfällen, die derzeit geplant und umgesetzt werden.

Eunomia sammelte Daten anhand von Fragebögen und Treffen mit Vertretern der Mitgliedstaaten, ähnlich wie bei dem oben beschriebenen ursprünglichen Ansatz. Zum Zeitpunkt

der Erstellung dieses Berichts ist das Modell veröffentlicht und kann vom „European Environment Information and Observation Network" (Eionet)[57] heruntergeladen werden.

A.3 Detaillierte Siedlungsabfalldaten nach Ländern und Clustern

A.3.1 Gemischter Abfall (Restmüll)

.

[57] Eionet, European Environment Information and Observation Network: https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-wmge/etc-wmge-files/eurm_mswm.zip

Tabelle 114: Gesammelter gemischter Abfall (Restmüll), nach Abfallstoffen, 2017, in 1.000 Tonnen

Land	Länder-code	LMR	Grünabfälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	PPK	Textilien	Glas	Metalle	Kunststoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien/Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige	***Gesamt***	**Gesamt (betrachtet)**
Bulgarien	BG	482	354	0	46	284	53	109	38	216	*0*	*0*	*0*	*12*	0	273	38	***1904***	**1893**
Estland	EE	90	11	4	7	46	16	18	14	59	*6*	*0*	*0*	*5*	0	13	43	***331***	**320**
Griechenland	EL	1832	118	0	200	942	0	171	156	606	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	339	***4364***	**4364**
Kroatien	HR	337	88	5	13	307	39	60	27	248	*7*	*39*	*0*	*1*	0	0	102	***1273***	**1225**
Zypern	CY	163	55	0	12	74	32	13	5	69	*0*	*0*	*0*	*0*	0	7	15	***445***	**445**
Lettland	LV	128	35	10	13	89	20	48	13	53	*0*	*2*	*0*	*0*	106	22	28	***567***	**564**
Litauen	LT	109	53	91	9	59	54	40	18	101	*4*	*0*	*0*	*2*	0	110	171	***820***	**813**
Ungarn	HU	637	155	0	0	400	102	75	71	500	*0*	*0*	*0*	*21*	454	167	278	***2860***	**2839**
Malta	MT	121	5	0	2	38	9	10	8	30	*1*	*0*	*0*	*0*	5	0	29	***259***	**258**
Polen	PL	1997	907	0	47	835	275	612	187	1095	*0*	*0*	*0*	*93*	1161	497	1023	***8730***	**8636**
Rumänien	RO	1939	603	0	92	484	41	196	128	560	*25*	*0*	*0*	*0*	0	0	46	***4115***	**4091**
Slowakei	SK	311	170	0	29	93	35	55	26	107	*0*	*32*	*0*	*11*	0	15	119	***1002***	**959**
Tschechische Republik	CZ	813	117	0	178	234	124	108	50	283	*0*	*0*	*0*	*0*	0	107	214	***2227***	**2227**
Dänemark	DK	998	159	0	0	448	0	50	56	264	*8*	*0*	*5*	*0*	0	50	325	***2363***	**2350**
Irland	IE	345	107	0	2	293	133	71	38	250	*2*	*0*	*0*	*25*	219	0	269	***1753***	**1726**
Spanien	ES	7846	1586	0	276	1915	966	903	593	1653	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	1826	***17564***	**17564**
Frankreich	FR	5868	737	0	969	3319	722	1156	660	3099	*347*	*0*	*0*	*164*	1256	638	1560	***20497***	**19985**
Portugal	PT	1455	268	245	32	477	181	150	79	444	*7*	*0*	*0*	*14*	564	0	524	***4441***	**4420**
Finnland	FI	382	152	38	59	323	61	40	38	301	*12*	*37*	*3*	*6*	0	34	156	***1640***	**1583**
Schweden	SE	620	197	0	249	439	73	35	60	349	*44*	*0*	*0*	*0*	0	0	299	***2365***	**2321**
Belgien	BE	333	95	6	75	194	82	40	26	196	*0*	*0*	*5*	*13*	20	137	731	***1952***	**1934**
Italien	IT	2099	1180	0	189	2973	858	462	403	2463	*13*	*0*	*0*	*0*	0	237	3083	***13958***	**13945**
Luxemburg	LU	47	4	0	1	32	5	5	3	31	*1*	*0*	*0*	*2*	12	2	26	***171***	**169**
Niederlande	NL	841	201	426	147	794	187	210	152	559	*0*	*0*	*0*	*6*	0	0	544	***4067***	**4061**
Österreich	AT	245	0	0	1	178	121	67	62	296	*0*	*0*	*0*	*28*	126	86	510	***1721***	**1692**
Slowenien	SI	52	38	9	24	79	9	28	18	47	*5*	*0*	*0*	*2*	0	0	93	***405***	**398**
Vereinigtes Königreich	UK	4615	1805	0	321	2658	722	720	472	2457	*363*	*0*	*17*	*169*	413	0	3057	***17791***	**17241**
Cluster 1		**8144**	**2554**	**109**	**471**	**3651**	**674**	**1408**	**691**	**3644**	***43***	***73***	***1***	***146***	**1725**	**1104**	**2231**	***26669***	**26406**
Cluster 2		**18326**	**3322**	**282**	**1766**	**7448**	**2260**	**2514**	**1574**	**6642**	***420***	***37***	***8***	***209***	**2039**	**829**	**5172**	***52849***	**52176**
EU27 (ohne		**30087**	**7395**	**833**	**2673**	**15349**	**4197**	**4734**	**2929**	**13878**	***481***	***110***	***14***	***406***	**3922**	**2394**	**12391**	***101793***	**100781**
EU28 (ohne		**34703**	**9200**	**833**	**2994**	**18007**	**4919**	**5454**	**3401**	**16335**	***844***	***110***	***31***	***575***	**4335**	**2394**	**15448**	***119584***	**118022**

Tabelle 115: Gesammelter gemischter Abfall (Restmüll), nach Abfallstoffen, 2017, in kg/E

Land	Ländercode	LMR	Grünabfälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	P P K	Textilien	Glas	Metalle	Kunststoffe	*EEAG*	Schutt, Böden	*Batterien/Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige	***Gesamt***	**Gesamt (betrachtet)**
Bulgarien	BG	68	50	0	6	40	8	15	5	30	0	0	0	2	0	38	5	**268**	**266**
Estland	EE	68	9	3	5	35	12	13	11	45	5	0	0	4	0	10	33	**251**	**243**
Griechenland	EL	170	11	0	19	88	0	16	14	56	0	0	0	0	0	0	31	**405**	**405**
Kroatien	HR	81	21	1	3	74	9	15	6	60	2	9	0	0	0	0	25	**307**	**295**
Zypern	CY	191	64	0	14	87	37	16	6	80	0	0	0	0	0	8	17	**520**	**520**
Lettland	LV	65	18	5	7	46	10	25	7	27	0	1	0	0	54	11	14	**291**	**289**
Litauen	LT	38	18	32	3	21	19	14	6	35	1	0	0	1	0	39	60	**288**	**285**
Ungarn	HU	65	16	0	0	41	10	8	7	51	0	0	0	2	46	17	28	**292**	**290**
Malta	MT	262	11	0	4	83	20	22	18	66	2	0	0	1	10	0	64	**563**	**560**
Polen	PL	53	24	0	1	22	7	16	5	29	0	0	0	2	31	13	27	**230**	**227**
Rumänien	RO	99	31	0	5	25	2	10	7	29	1	0	0	0	0	0	2	**209**	**208**
Slowakei	SK	57	31	0	5	17	6	10	5	20	0	6	0	2	0	3	22	**184**	**177**
Tschechische Republik	CZ	77	11	0	17	22	12	10	5	27	0	0	0	0	0	10	20	**211**	**211**
Dänemark	DK	174	28	0	0	78	0	9	10	46	1	0	1	0	0	9	57	**411**	**409**
Irland	IE	72	22	0	0	61	28	15	8	52	0	0	0	5	46	0	56	**366**	**361**
Spanien	ES	169	34	0	6	41	21	19	13	36	0	0	0	0	0	0	39	**378**	**378**
Frankreich	FR	88	11	0	15	50	11	17	10	46	5	0	0	2	19	10	23	**307**	**299**
Portugal	PT	141	26	24	3	46	18	15	8	43	1	0	0	1	55	0	51	**431**	**429**
Finnland	FI	69	28	7	11	59	11	7	7	55	2	7	1	1	0	6	28	**298**	**288**
Schweden	SE	62	20	0	25	44	7	4	6	35	4	0	0	0	0	0	30	**237**	**232**
Belgien	BE	29	8	0	7	17	7	3	2	17	0	0	0	1	2	12	64	**172**	**170**
Italien	IT	35	19	0	3	49	14	8	7	41	0	0	0	0	0	4	51	**230**	**230**
Luxemburg	LU	79	7	0	2	55	9	8	6	52	1	0	0	3	20	3	45	**290**	**286**
Niederlande	NL	49	12	25	9	46	11	12	9	33	0	0	0	0	0	0	32	**238**	**238**
Österreich	AT	28	0	0	0	20	14	8	7	34	0	0	0	3	14	10	58	**196**	**193**
Slowenien	SI	25	19	5	12	38	4	13	9	23	3	0	0	1	0	0	45	**196**	**193**
Vereinigtes Königreich	UK	70	27	0	5	40	11	11	7	37	6	0	0	3	6	0	46	**270**	**262**
Cluster 1		**80**	**25**	**1**	**5**	**36**	**7**	**14**	**7**	**36**	**0**	**1**	**0**	**1**	**17**	**11**	**22**	**261**	**258**
Cluster 2		**114**	**21**	**2**	**11**	**46**	**14**	**16**	**10**	**41**	**3**	**0**	**0**	**1**	**13**	**5**	**32**	**330**	**326**
EU27 (ohne DE)		**83**	**20**	**2**	**7**	**42**	**12**	**13**	**8**	**38**	**1**	**0**	**0**	**1**	**11**	**7**	**34**	**280**	**278**
EU28 (ohne DE)		**81**	**21**	**2**	**7**	**42**	**11**	**13**	**8**	**38**	**2**	**0**	**0**	**1**	**10**	**6**	**36**	**279**	**275**

Tabelle 116: Nicht gesammelter gemischter Abfall (Restmüll), nach Abfallstoffen, 2017, in 1.000 Tonnen

Land	Ländercode	LMR	Grünabfälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	PPK	Textilien	Glas	Metalle	Kunststoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien/Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige	***Gesamt***	**Gesamt (betrachtet)**
Estland	EE	2	0	0	0	1	0	0	0	1	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	1	**7**	**6**
Kroatien	HR	5	1	0	0	4	1	1	0	4	*0*	*1*	*0*	*0*	0	0	1	**19**	**18**
Rumänien	RO	204	64	0	10	51	4	21	14	59	*3*	*0*	*0*	*0*	0	0	5	**433**	**431**
Irland	IE	9	3	0	0	7	3	2	1	6	*0*	*0*	*0*	*1*	6	0	7	**45**	**44**
Cluster 1		**211**	**65**	**0**	**10**	**56**	**5**	**22**	**14**	**64**	***3***	***1***	***0***	***0***	**0**	**0**	**7**	**459**	**455**
Cluster 2		**9**	**3**	**0**	**0**	**7**	**3**	**2**	**1**	**6**	***0***	***0***	***0***	***1***	**6**	**0**	**7**	**45**	**44**
EU27 (ohne DE)		**220**	**68**	**0**	**10**	**64**	**9**	**24**	**15**	**70**	***3***	***1***	***0***	***1***	**6**	**0**	**14**	**503**	**499**
EU28 (ohne DE)		**220**	**68**	**0**	**10**	**64**	**9**	**24**	**15**	**70**	***3***	***1***	***0***	***1***	**6**	**0**	**14**	**503**	**499**

Anmerkung: Es wird davon ausgegangen, dass nicht eingesammelte Abfälle deponiert werden; dies wird berücksichtigt, indem diese Mengen zur direkten Deponierung im Rahmen des Letztverbleibs addiert werden (Tabelle 135).

Tabelle 117: Nicht gesammelter gemischter Abfall (Restmüll), nach Abfallstoffen, 2017, in kg/E

Land	Ländercode	LMR	Grünabfälle	Sonstige Bioabfälle	Holz	PPK	Textilien	Glas	Metalle	Kunststoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien/Akkumus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige	***Gesamt***	**Gesamt (betrachtet)**
Estland	EE	1	0	0	0	1	0	0	0	1	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	1	**5**	**5**
Kroatien	HR	1	0	0	0	1	0	0	0	1	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**4**	**4**
Rumänien	RO	10	3	0	0	3	0	1	1	3	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**22**	**22**
Irland	IE	2	1	0	0	2	1	0	0	1	*0*	*0*	*0*	*0*	1	0	1	**9**	**9**
Cluster 1		**2**	**1**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**	**1**	***0***	***0***	***0***	***0***	**0**	**0**	**0**	**4**	**4**
Cluster 2		**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	***0***	***0***	***0***	***0***	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
EU27 (ohne DE)		**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	***0***	***0***	***0***	***0***	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**
EU28 (ohne DE)		**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	***0***	***0***	***0***	***0***	**0**	**0**	**0**	**1**	**1**

Anmerkung: Es wird davon ausgegangen, dass nicht eingesammelte Abfälle deponiert werden; dies wird berücksichtigt, indem diese Mengen zur direkten Deponierung im Rahmen des Letztverbleibs addiert werden (Tabelle 136).

Tabelle 118: Behandlung des gesammelten gemischten Abfalls (Restmüll), nach Behandlungskategorien, 2017, in 1.000 Tonnen

Land	Länder-code	**MBA**	MBA 1	MBA 2	MBA 3	MBA 4	MBA 5	**Verbrennung**	Verbr 1	Verbr 2	Verbr 3	Verbr 4	**Deponie**	**Insgesamt**
Bulgarien	BG	**691**	484	0	0	207	0	**83**	0	83	0	0	**1119**	**1893**
Estland	EE	**52**	0	52	0	0	0	**243**	0	243	0	0	**25**	**320**
Griechenland	EL	**480**	409	72	0	0	0	**0**	0	0	0	0	**3883**	**4364**
Kroatien	HR	**119**	0	119	0	0	0	**0**	0	0	0	0	**1106**	**1225**
Zypern	CY	**194**	158	0	0	0	36	**0**	0	0	0	0	**251**	**445**
Lettland	LV	**113**	87	0	0	0	26	**0**	0	0	0	0	**451**	**564**
Litauen	LT	**440**	173	0	127	96	43	**0**	0	0	0	0	**373**	**813**
Ungarn	HU	**2481**	695	0	0	0	1786	**358**	0	358	0	0	**0**	**2839**
Malta	MT	**79**	0	0	0	79	0	**0**	0	0	0	0	**178**	**258**
Polen	PL	**7233**	2531	723	723	2170	1085	**432**	0	432	0	0	**972**	**8636**
Rumänien	RO	**227**	0	0	0	0	227	**0**	0	0	0	0	**3863**	**4091**
Slowakei	SK	**36**	0	0	0	0	36	**105**	105	0	0	0	**819**	**959**
Tschechische Republik	CZ	**132**	0	0	0	0	132	**473**	0	473	0	0	**1622**	**2227**
Dänemark	DK	**0**	0	0	0	0	0	**2260**	353	1907	0	0	**90**	**2350**
Irland	IE	**229**	114	0	0	0	114	**443**	443	0	0	0	**1055**	**1726**
Spanien	ES	**11812**	8387	0	0	3426	0	**2025**	2025	0	0	0	**3727**	**17564**
Frankreich	FR	**1289**	0	0	0	1289	0	**11759**	11759	0	0	0	**6937**	**19985**
Portugal	PT	**1717**	0	0	1374	343	0	**1041**	1041	0	0	0	**1662**	**4420**
Finnland	FI	**177**	0	0	0	52	125	**1209**	0	1209	0	0	**197**	**1583**
Schweden	SE	**0**	0	0	0	0	0	**2281**	0	2213	68	0	**39**	**2321**
Belgien	BE	**168**	0	106	0	0	62	**1751**	1576	140	0	35	**15**	**1934**
Italien	IT	**9553**	9553	0	0	0	0	**3765**	2146	1619	0	0	**628**	**13945**
Luxemburg	LU	**24**	24	0	0	0	0	**115**	115	0	0	0	**30**	**169**
Niederlande	NL	**355**	0	0	0	355	0	**3612**	0	3612	0	0	**94**	**4061**
Österreich	AT	**461**	203	212	0	0	46	**1208**	72	785	350	0	**24**	**1692**
Slowenien	SI	**358**	197	0	0	161	0	**0**	0	0	0	0	**40**	**398**
Vereinigtes Königreich	UK	**5767**	634	2134	0	1326	1672	**6708**	5031	1677	0	0	**4766**	**17241**
Cluster 1		**12145**	**4537**	**965**	**851**	**2552**	**3240**	**1220**	**105**	**1115**	**0**	**0**	**13040**	**26406**
Cluster 2		**15357**	**8501**	**0**	**1374**	**5111**	**371**	**21491**	**15620**	**5802**	**68**	**0**	**15329**	**52176**
EU27 (ohne DE)		**38420**	**23014**	**1283**	**2225**	**8179**	**3719**	**33163**	**19635**	**13074**	**419**	**35**	**29199**	**100781**
EU28 (ohne DE)		**44186**	**23648**	**3417**	**2225**	**9506**	**5391**	**39871**	**24666**	**14751**	**419**	**35**	**33965**	**118022**

Tabelle 119: Behandlung des gesammelten gemischten Abfalls (Restmüll), nach Behandlungskategorien, 2017, in kg/E

Land	Länder-code	**MBA**	MBA 1	MBA 2	MBA 3	MBA 4	MBA 5	**Verbrennung**	Verbr 1	Verbr 2	Verbr 3	Verbr 4	**Deponie**	**Insgesamt**
Bulgarien	BG	**97**	68	0	0	29	0	**12**	0	12	0	0	**158**	**266**
Estland	EE	**39**	0	39	0	0	0	**185**	0	185	0	0	**19**	**243**
Griechenland	EL	**45**	38	7	0	0	0	**0**	0	0	0	0	**361**	**405**
Kroatien	HR	**29**	0	29	0	0	0	**0**	0	0	0	0	**266**	**295**
Zypern	CY	**227**	185	0	0	0	42	**0**	0	0	0	0	**293**	**520**
Lettland	LV	**58**	45	0	0	0	13	**0**	0	0	0	0	**231**	**289**
Litauen	LT	**154**	61	0	45	34	15	**0**	0	0	0	0	**131**	**285**
Ungarn	HU	**253**	71	0	0	0	182	**36**	0	36	0	0	**0**	**290**
Malta	MT	**173**	0	0	0	173	0	**0**	0	0	0	0	**388**	**560**
Polen	PL	**190**	67	19	19	57	29	**11**	0	11	0	0	**26**	**227**
Rumänien	RO	**12**	0	0	0	0	12	**0**	0	0	0	0	**197**	**208**
Slowakei	SK	**7**	0	0	0	0	7	**19**	19	0	0	0	**151**	**177**
Tschechische Republik	CZ	**12**	0	0	0	0	12	**45**	0	45	0	0	**153**	**211**
Dänemark	DK	**0**	0	0	0	0	0	**393**	61	332	0	0	**16**	**409**
Irland	IE	**48**	24	0	0	0	24	**93**	93	0	0	0	**221**	**361**
Spanien	ES	**254**	180	0	0	74	0	**44**	44	0	0	0	**80**	**378**
Frankreich	FR	**19**	0	0	0	19	0	**176**	176	0	0	0	**104**	**299**
Portugal	PT	**167**	0	0	133	33	0	**101**	101	0	0	0	**161**	**429**
Finnland	FI	**32**	0	0	0	10	23	**220**	0	220	0	0	**36**	**288**
Schweden	SE	**0**	0	0	0	0	0	**228**	0	221	7	0	**4**	**232**
Belgien	BE	**15**	0	9	0	0	5	**154**	139	12	0	3	**1**	**170**
Italien	IT	**158**	158	0	0	0	0	**62**	35	27	0	0	**10**	**230**
Luxemburg	LU	**40**	40	0	0	0	0	**195**	195	0	0	0	**51**	**286**
Niederlande	NL	**21**	0	0	0	21	0	**211**	0	211	0	0	**5**	**238**
Österreich	AT	**52**	23	24	0	0	5	**138**	8	90	40	0	**3**	**193**
Slowenien	SI	**173**	95	0	0	78	0	**0**	0	0	0	0	**19**	**193**
Vereinigtes Königreich	UK	**88**	10	32	0	20	25	**102**	76	25	0	0	**72**	**262**
Cluster 1		**119**	**44**	**9**	**8**	**25**	**32**	**12**	**1**	**11**	**0**	**0**	**127**	**258**
Cluster 2		**96**	**53**	**0**	**9**	**32**	**2**	**134**	**97**	**36**	**0**	**0**	**96**	**326**
EU27 (ohne DE)		**106**	**63**	**4**	**6**	**23**	**10**	**91**	**54**	**36**	**1**	**0**	**80**	**278**
EU28 (ohne DE)		**103**	**55**	**8**	**5**	**22**	**13**	**93**	**58**	**34**	**1**	**0**	**79**	**275**

Tabelle 120: Output aus MBA, nach Behandlungskategorien, 2017, in 1.000 Tonnen

Land	Länder-code	Deponie	Energierück-gewinnung	Rekultivierung	Recycling	Massen-verlust	**Insgesamt**
Bulgarien	BG	324	0	146	17	204	**691**
Estland	EE	4	38	0	1	8	**52**
Griechenland	EL	167	49	87	16	161	**480**
Kroatien	HR	9	86	0	2	23	**119**
Zypern	CY	64	34	34	6	57	**194**
Lettland	LV	49	24	15	4	21	**113**
Litauen	LT	175	134	41	12	77	**440**
Ungarn	HU	1809	280	103	133	155	**2481**
Malta	MT	33	0	18	3	25	**79**
Polen	PL	2655	2065	891	202	1420	**7233**
Rumänien	RO	0	214	0	13	0	**227**
Slowakei	SK	0	34	0	2	0	**36**
Tschechische Republik	CZ	4	121	0	6	0	**132**
Dänemark	DK	0	0	0	0	0	**0**
Irland	IE	67	107	18	10	26	**229**
Spanien	ES	4729	0	2545	362	4177	**11812**
Frankreich	FR	595	0	285	47	363	**1289**
Portugal	PT	223	985	80	37	393	**1717**
Finnland	FI	27	113	11	11	15	**177**
Schweden	SE	0	0	0	0	0	**0**
Belgien	BE	8	145	0	3	12	**168**
Italien	IT	5476	0	1579	342	2156	**9553**
Luxemburg	LU	13	0	4	1	6	**24**
Niederlande	NL	170	0	74	13	98	**355**
Österreich	AT	155	218	23	16	49	**461**
Slowenien	SI	200	0	64	14	79	**358**
Vereinigtes Königreich	UK	1122	3135	385	203	922	**5767**
Cluster 1		**5290**	**2958**	**1336**	**410**	**2151**	**12145**
Cluster 2		**5644**	**1327**	**2939**	**474**	**4974**	**15357**
EU27 (ohne DE)		**16955**	**4648**	**6020**	**1274**	**9524**	**38420**
EU28 (ohne DE)		**18077**	**7783**	**6404**	**1476**	**10447**	**44186**

Tabelle 121: Output aus MBA, nach Behandlungskategorien, 2017, in kg/E

Land	Länder-code	Deponie	Energierück-gewinnung	Rekultivierung	Recycling	Massen-verlust	**Insgesamt**
Bulgarien	BG	46	0	21	2	29	**97**
Estland	EE	3	29	0	1	6	**39**
Griechenland	EL	16	5	8	2	15	**45**
Kroatien	HR	2	21	0	0	5	**29**
Zypern	CY	74	40	40	7	66	**227**
Lettland	LV	25	12	8	2	11	**58**
Litauen	LT	61	47	15	4	27	**154**
Ungarn	HU	185	29	11	14	16	**253**
Malta	MT	72	0	39	6	55	**173**
Polen	PL	70	54	23	5	37	**190**
Rumänien	RO	0	11	0	1	0	**12**
Slowakei	SK	0	6	0	0	0	**7**
Tschechische Republik	CZ	0	11	0	1	0	**12**
Dänemark	DK	0	0	0	0	0	**0**
Irland	IE	14	22	4	2	6	**48**
Spanien	ES	102	0	55	8	90	**254**
Frankreich	FR	9	0	4	1	5	**19**
Portugal	PT	22	96	8	4	38	**167**
Finnland	FI	5	21	2	2	3	**32**
Schweden	SE	0	0	0	0	0	**0**
Belgien	BE	1	13	0	0	1	**15**
Italien	IT	90	0	26	6	36	**158**
Luxemburg	LU	22	0	7	1	10	**40**
Niederlande	NL	10	0	4	1	6	**21**
Österreich	AT	18	25	3	2	6	**52**
Slowenien	SI	97	0	31	7	38	**173**
Vereinigtes Königreich	UK	17	48	6	3	14	**88**
Cluster 1		**52**	**29**	**13**	**4**	**21**	**119**
Cluster 2		**35**	**8**	**18**	**3**	**31**	**96**
EU27 (ohne DE)		**47**	**13**	**17**	**4**	**26**	**106**
EU28 (ohne DE)		**42**	**18**	**15**	**3**	**24**	**103**

A.3.2 Organikabfälle

Tabelle 122: Organikabfälle (getrennt gesammelt), nach Abfallstoffen, 2017, in 1.000 Tonnen

Land	Länder-code	LMR	Grünabfälle	Sonstige Bioabfälle	Insgesamt
Bulgarien	BG	139	117	0	256
Estland	EE	13	6	1	20
Griechenland	EL	27	63	0	91
Kroatien	HR	7	36	5	48
Zypern	CY	0	4	0	4
Lettland	LV	1	2	57	61
Litauen	LT	11	136	5	151
Ungarn	HU	54	221	0	275
Malta	MT	0	0	0	1
Polen	PL	313	572	0	885
Rumänien	RO	80	290	0	370
Slowakei	SK	12	211	1	225
Tschechische Republik	CZ	22	249	0	271
Dänemark	DK	110	852	0	963
Irland	IE	94	51	0	144
Spanien	ES	658	222	0	880
Frankreich	FR	933	5285	0	6218
Portugal	PT	27	76	9	112
Finnland	FI	241	107	23	371
Schweden	SE	433	248	0	681
Belgien	BE	116	595	229	941
Italien	IT	3636	1943	649	6228
Luxemburg	LU	35	53	0	88
Niederlande	NL	325	1507	597	2429
Österreich	AT	520	1142	0	1662
Slowenien	SI	76	73	2	151
Vereinigtes Königreich	UK	579	3206	697	4481
Cluster 1		659	1660	**69**	2388
Cluster 2		2519	7088	**32**	9639
EU27 (ohne DE)		**7886**	**14062**	**1578**	**23526**
EU28 (ohne DE)		**8465**	**17268**	**2275**	**28007**

Tabelle 123: Organikabfälle (getrennt gesammelt), nach Abfallstoffen, 2017, in kg/E

Land	Länder-code	LMR	Grünabfälle	Sonstige Bioabfälle	**Insgesamt**
Bulgarien	BG	20	17	0	**36**
Estland	EE	10	5	0	**15**
Griechenland	EL	3	6	0	**8**
Kroatien	HR	2	9	1	**12**
Zypern	CY	0	4	0	**4**
Lettland	LV	1	1	29	**31**
Litauen	LT	4	48	2	**53**
Ungarn	HU	6	23	0	**28**
Malta	MT	1	1	0	**2**
Polen	PL	8	15	0	**23**
Rumänien	RO	4	15	0	**19**
Slowakei	SK	2	39	0	**41**
Tschechische Republik	CZ	2	23	0	**26**
Dänemark	DK	19	148	0	**167**
Irland	IE	20	11	0	**30**
Spanien	ES	14	5	0	**19**
Frankreich	FR	14	79	0	**93**
Portugal	PT	3	7	1	**11**
Finnland	FI	44	19	4	**67**
Schweden	SE	43	25	0	**68**
Belgien	BE	10	52	20	**83**
Italien	IT	60	32	11	**103**
Luxemburg	LU	59	90	0	**149**
Niederlande	NL	19	88	35	**142**
Österreich	AT	59	130	0	**189**
Slowenien	SI	37	36	1	**73**
Vereinigtes Königreich	UK	9	49	11	**68**
Cluster 1		6	16	1	**23**
Cluster 2		16	44	0	**60**
EU27 (ohne DE)		**22**	**39**	**4**	**65**
EU28 (ohne DE)		**20**	**40**	**5**	**65**

Tabelle 124: Behandlung der Organikabfälle - Lebensmittelreste in 1.000 Mg

Nr.	Cluster	Land	Länder-code	Offene Kompostierung	Geschlossene Kompostierung	Vergärung	Verg 1	Verg 2	Verg 3	Verg 4	Verg 5	**Insgesamt**
2	1	Bulgarien	BG	36	36	67	0	67	0	0	0	139
6	1	Estland	EE	3	11	0	0	0	0	0	0	13
8	1	Griechenland	EL	0	27	0	0	0	0	0	0	27
11	1	Kroatien	HR	7	0	0	0	0	0	0	0	7
13	1	Zypern	CY	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	Lettland	LV	1	0	0	0	0	0	0	0	1
15	1	Litauen	LT	6	3	2	0	2	0	0	0	11
17	1	Ungarn	HU	27	27	0	0	0	0	0	0	54
18	1	Malta	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	1	Polen	PL	313	0	0	0	0	0	0	0	313
23	1	Rumänien	RO	70	10	0	0	0	0	0	0	80
25	1	Slowakei	SK	9	0	2	0	2	0	0	0	12
3	2	Tschechische Republik	CZ	6	11	6	0	6	0	0	0	22
4	2	Dänemark	DK	11	73	26	16	1	10	0	0	110
7	2	Irland	IE	12	70	11	0	11	0	0	0	94
9	2	Spanien	ES	329	0	329	0	329	0	0	0	658
10	2	Frankreich	FR	0	915	19	19	0	0	0	0	933
22	2	Portugal	PT	7	7	13	13	0	0	0	0	27
26	2	Finnland	FI	27	145	70	0	48	0	18	4	241
27	2	Schweden	SE	39	43	351	29	13	64	233	13	433
1	3	Belgien	BE	0	0	116	0	116	0	0	0	116
5	3	Deutschland	DE	1124	1124	250	0	250	0	0	0	2497
12	3	Italien	IT	0	2182	1454	1338	0	29	87	0	3636
16	3	Luxemburg	LU	0	0	35	0	12	23	0	0	35
19	3	Niederlande	NL	137	120	68	68	0	0	0	0	325
20	3	Österreich	AT	135	135	250	119	119	10	2	0	520
24	3	Slowenien	SI	20	24	32	0	32	0	0	0	76
28	3	Vereinigtes Königreich	UK	12	98	469	0	469	0	0	0	579
29		Cluster 1		473	115	71	0	71	0	0	0	659
30		Cluster 3		430	1264	825	76	408	74	251	17	2519
31		Cluster 3		1427	3683	2673	1525	997	62	90	0	7784
32		EU27 (ohne UK)		2318	4963	3101	1602	1007	135	340	17	10383
33		EU28		2330	5062	3570	1602	1476	135	340	17	10961
32 a		**EU27 (ohne DE)**		1195	3840	2851	1602	757	135	340	17	7886
33 a		**EU28 (ohne DE)**		1206	3938	3320	1602	1226	135	340	17	8465

Tabelle 125: Behandlung der Organikabfälle - Grünabfälle in 1.000 Mg

Nr.	Cluster	Land	Länder-code	Offene Kompostierung	Geschlossene Kompostierung	Vergärung	Verg 1	Verg 2	Verg 3	Verg 4	Verg 5	**Insgesamt**
2	1	Bulgarien	BG	45	45	28	0	28	0	0	0	117
6	1	Estland	EE	1	5	0	0	0	0	0	0	6
8	1	Griechenland	EL	51	13	0	0	0	0	0	0	63
11	1	Kroatien	HR	36	0	0	0	0	0	0	0	36
13	1	Zypern	CY	3	1	0	0	0	0	0	0	4
14	1	Lettland	LV	2	0	0	0	0	0	0	0	2
15	1	Litauen	LT	95	0	41	0	41	0	0	0	136
17	1	Ungarn	HU	177	44	0	0	0	0	0	0	221
18	1	Malta	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	1	Polen	PL	458	114	0	0	0	0	0	0	572
23	1	Rumänien	RO	254	36	0	0	0	0	0	0	290
25	1	Slowakei	SK	211	0	0	0	0	0	0	0	211
3	2	Tschechische Republik	CZ	124	124	0	0	0	0	0	0	249
4	2	Dänemark	DK	767	85	0	0	0	0	0	0	852
7	2	Irland	IE	47	4	0	0	0	0	0	0	51
9	2	Spanien	ES	122	89	11	0	11	0	0	0	222
10	2	Frankreich	FR	0	5179	106	106	0	0	0	0	5285
22	2	Portugal	PT	29	29	18	18	0	0	0	0	76
26	2	Finnland	FI	12	64	31	0	21	0	8	2	107
27	2	Schweden	SE	124	124	0	0	0	0	0	0	248
1	3	Belgien	BE	536	54	6	0	6	0	0	0	595
5	3	Deutschland	DE	2975	2975	661	0	661	0	0	0	6612
12	3	Italien	IT	777	1166	0	0	0	0	0	0	1943
16	3	Luxemburg	LU	47	0	6	0	2	4	0	0	53
19	3	Niederlande	NL	1507	0	0	0	0	0	0	0	1507
20	3	Österreich	AT	531	531	80	38	38	3	1	0	1142
24	3	Slowenien	SI	19	24	30	0	30	0	0	0	73
28	3	Vereinigtes Königreich	UK	2784	372	50	0	50	0	0	0	3206
29		Cluster 1		1332	258	70	1	69	0	0	0	1660
30		Cluster 2		1225	5697	166	124	32	0	8	2	7088
31		Cluster 3		9177	5122	833	38	788	7	1	0	15132
32		EU27 (ohne UK)		8949	10706	1019	162	839	7	9	2	20674
33		EU28		11734	11077	1069	162	889	7	9	2	23880
32 a		**EU27 (ohne DE)**		5974	7730	357	162	177	7	9	2	14062
33 a		**EU28 (ohne DE)**		8758	8102	408	162	228	7	9	2	17268

Tabelle 126: Behandlung der Organikabfälle – andere Bioabfälle in 1.000 Mg

Nr.	Cluster	Land	Länder-code	Offene Kompostierung	Geschlossene Kompostierung	Vergärung	Verg 1	Verg 2	Verg 3	Verg 4	Verg 5	**Insgesamt**
2	1	Bulgarien	BG	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	Estland	EE	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8	1	Griechenland	EL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	Kroatien	HR	5	0	0	0	0	0	0	0	5
13	1	Zypern	CY	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	1	Lettland	LV	57	0	0	0	0	0	0	0	57
15	1	Litauen	LT	2	2	1	0	1	0	0	0	5
17	1	Ungarn	HU	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	1	Malta	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	1	Polen	PL	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	1	Rumänien	RO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	1	Slowakei	SK	1	0	1	0	1	0	0	0	1
3	2	Tschechische	CZ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	Dänemark	DK	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	Irland	IE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	2	Spanien	ES	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2	Frankreich	FR	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2	Portugal	PT	3	3	3	3	0	0	0	0	9
26	2	Finnland	FI	3	14	7	0	5	0	2	0	23
27	2	Schweden	SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	3	Belgien	BE	160	0	69	0	69	0	0	0	229
5	3	Deutschland	DE	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	3	Italien	IT	32	357	259	239	0	5	16	0	649
16	3	Luxemburg	LU	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	3	Niederlande	NL	197	197	203	203	0	0	0	0	597
20	3	Österreich	AT	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	3	Slowenien	SI	0	0	2	0	2	0	0	0	2
28	3	Vereinigtes	UK	109	539	49	0	49	0	0	0	697
29		Cluster 1		65	3	2	0	2	0	0	0	69
30		Cluster 2		5	17	10	3	5	0	2	0	32
31		Cluster 3		498	1093	582	442	119	5	16	0	2173
32		EU27 (ohne UK)		460	573	544	445	77	5	17	0	1578
33		EU28		569	1112	593	445	126	5	17	0	2275
32 a		**EU27 (ohne DE)**		460	573	544	445	77	5	17	0	1578
33 a		**EU28 (ohne DE)**		569	1112	593	445	126	5	17	0	2275

Tabelle 127: Behandlung der Organikabfälle, nach Behandlungskategorien, 2017, in 1.000 Tonnen

Land	Länder-code	**Offene Kompostierung**	**Geschlossene Kompostierung**	**Vergärung**	Verg 1	Verg 2	Verg 3	Verg 4	Verg 5	**Insgesamt**
Bulgarien	BG	**81**	**81**	**95**	0	95	0	0	0	256
Estland	EE	**4**	**16**	**0**	0	0	0	0	0	20
Griechenland	EL	**51**	**40**	**0**	0	0	0	0	0	91
Kroatien	HR	**48**	**0**	**1**	1	0	0	0	0	48
Zypern	CY	**3**	**1**	**0**	0	0	0	0	0	4
Lettland	LV	**61**	**0**	**0**	0	0	0	0	0	61
Litauen	LT	**102**	**6**	**43**	0	43	0	0	0	151
Ungarn	HU	**204**	**71**	**0**	0	0	0	0	0	275
Malta	MT	**0**	**0**	**0**	0	0	0	0	0	1
Polen	PL	**771**	**114**	**0**	0	0	0	0	0	885
Rumänien	RO	**324**	**46**	**0**	0	0	0	0	0	370
Slowakei	SK	**221**	**0**	**3**	0	3	0	0	0	225
Tschechische Republik	CZ	**130**	**135**	**6**	0	6	0	0	0	271
Dänemark	DK	**778**	**158**	**26**	16	1	10	0	0	963
Irland	IE	**59**	**74**	**11**	0	11	0	0	0	144
Spanien	ES	**451**	**89**	**340**	0	340	0	0	0	880
Frankreich	FR	**0**	**6094**	**124**	124	0	0	0	0	6218
Portugal	PT	**39**	**39**	**34**	34	0	0	0	0	112
Finnland	FI	**41**	**223**	**108**	0	74	0	27	6	371
Schweden	SE	**163**	**167**	**351**	29	13	64	233	13	681
Belgien	BE	**696**	**54**	**191**	0	191	0	0	0	941
Italien	IT	**810**	**3704**	**1714**	1577	0	34	103	0	6228
Luxemburg	LU	**48**	**0**	**41**	0	14	27	0	0	88
Niederlande	NL	**1840**	**317**	**271**	271	0	0	0	0	2429
Österreich	AT	**666**	**666**	**330**	157	157	13	3	0	1662
Slowenien	SI	**39**	**48**	**64**	0	64	0	0	0	151
Vereinigtes Königreich	UK	**2904**	**1009**	**568**	0	568	0	0	0	4481
Cluster 1		**1870**	**375**	**143**	1	142	0	0	0	2388
Cluster 2		**1661**	**6978**	**1001**	203	445	74	260	19	9639
EU27 (ohne DE)		**7629**	**12143**	**3753**	**2209**	**1012**	**148**	**366**	**19**	**23526**
EU28 (ohne DE)		**10534**	**13152**	**4321**	**2209**	**1580**	**148**	**366**	**19**	**28007**

Tabelle 128: Behandlung der Organikabfälle, nach Behandlungskategorien, 2017, in kg/E

Land	Länder-code	**Offene Kompostierung**	**Geschlossene Kompostierung**	**Vergärung**	Verg 1	Verg 2	Verg 3	Verg 4	Verg 5	**Insgesamt**
Bulgarien	BG	**11**	**11**	**13**	0	13	0	0	0	36
Estland	EE	**3**	**12**	**0**	0	0	0	0	0	15
Griechenland	EL	**5**	**4**	**0**	0	0	0	0	0	8
Kroatien	HR	**11**	**0**	**0**	0	0	0	0	0	12
Zypern	CY	**4**	**1**	**0**	0	0	0	0	0	4
Lettland	LV	**31**	**0**	**0**	0	0	0	0	0	31
Litauen	LT	**36**	**2**	**15**	0	15	0	0	0	53
Ungarn	HU	**21**	**7**	**0**	0	0	0	0	0	28
Malta	MT	**0**	**0**	**1**	1	0	0	0	0	2
Polen	PL	**20**	**3**	**0**	0	0	0	0	0	23
Rumänien	RO	**16**	**2**	**0**	0	0	0	0	0	19
Slowakei	SK	**41**	**0**	**1**	0	1	0	0	0	41
Tschechische Republik	CZ	**12**	**13**	**1**	0	1	0	0	0	26
Dänemark	DK	**135**	**27**	**5**	3	0	2	0	0	167
Irland	IE	**12**	**15**	**2**	0	2	0	0	0	30
Spanien	ES	**10**	**2**	**7**	0	7	0	0	0	19
Frankreich	FR	**0**	**91**	**2**	2	0	0	0	0	93
Portugal	PT	**4**	**4**	**3**	3	0	0	0	0	11
Finnland	FI	**7**	**40**	**20**	0	13	0	5	1	67
Schweden	SE	**16**	**17**	**35**	3	1	6	23	1	68
Belgien	BE	**61**	**5**	**17**	0	17	0	0	0	83
Italien	IT	**13**	**61**	**28**	26	0	1	2	0	103
Luxemburg	LU	**81**	**0**	**69**	0	23	45	0	0	149
Niederlande	NL	**108**	**19**	**16**	16	0	0	0	0	142
Österreich	AT	**76**	**76**	**38**	18	18	2	0	0	189
Slowenien	SI	**19**	**23**	**31**	0	31	0	0	0	73
Vereinigtes Königreich	UK	**44**	**15**	**9**	0	9	0	0	0	68
Cluster 1		**18**	**4**	**1**	0	1	0	0	0	23
Cluster 2		**10**	**44**	**6**	1	3	0	2	0	60
EU27 (ohne DE)		**21**	**33**	**10**	**6**	**3**	**0**	**1**	**0**	**65**
EU28 (ohne DE)		**25**	**31**	**10**	**5**	**4**	**0**	**1**	**0**	**65**

A.3.3 Trockene Wertstoffe und Berechnung der Rückstände für alle getrennt gesammelten Fraktionen (inkl. Organikabfälle)

Tabelle 129: Gesammelte trockene Wertstoffe, nach Abfallstoffen, 2017, in 1.000 Tonnen

Land	Länder-code	Holz	PPK	*Textilien*	Glas	Metalle	Kunst-stoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien/ Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige	***Gesamt***	**Gesamt (betrachtet)**
Bulgarien	BG	25	368	*3*	91	63	129	*135*	*5*	*1*	*15*	0	0	84	**919**	**760**
Estland	EE	2	71	*3*	31	15	19	*5*	*0*	*0*	*1*	0	0	9	**156**	**147**
Griechenland	EL	0	546	*0*	86	88	154	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	87	**961**	**961**
Kroatien	HR	6	174	*2*	41	12	44	*18*	*0*	*0*	*0*	0	0	80	**376**	**356**
Zypern	CY	0	61	*1*	8	13	12	*3*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**99**	**95**
Lettland	LV	8	114	*0*	22	2	14	*2*	*9*	*0*	*0*	0	0	0	**170**	**159**
Litauen	LT	6	106	*6*	53	70	26	*16*	*0*	*0*	*0*	0	3	27	**315**	**292**
Ungarn	HU	19	266	*8*	44	123	80	*23*	*0*	*0*	*0*	4	1	64	**633**	**602**
Malta	MT	0	19	*0*	5	3	5	*2*	*0*	*0*	*0*	0	0	1	**36**	**33**
Polen	PL	0	556	*36*	618	93	390	*0*	*0*	*0*	*1*	0	0	660	**2354**	**2317**
Rumänien	RO	5	132	*1*	48	27	88	*24*	*0*	*0*	*0*	0	0	88	**415**	**390**
Slowakei	SK	25	297	*17*	197	94	119	*24*	*37*	*1*	*1*	0	1	17	**831**	**751**
Tschechische Republik	CZ	14	480	*30*	195	92	289	*21*	*0*	*0*	*0*	0	8	16	**1145**	**1094**
Dänemark	DK	159	454	*0*	205	165	67	*70*	*0*	*8*	*0*	0	0	55	**1184**	**1106**
Irland	IE	84	359	*20*	147	58	84	*69*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**821**	**732**
Spanien	ES	121	1669	*67*	1058	156	351	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	153	**3574**	**3507**
Frankreich	FR	0	1367	*0*	3285	1366	1366	*1089*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**8473**	**7384**
Portugal	PT	11	162	*1*	138	12	82	*3*	*0*	*0*	*0*	10	0	40	**460**	**456**
Finnland	FI	3	492	*6*	78	115	34	*64*	*0*	*0*	*0*	0	0	8	**801**	**730**
Schweden	SE	0	671	*10*	188	172	103	*111*	*0*	*8*	*4*	0	0	238	**1505**	**1372**
Belgien	BE	222	639	*79*	324	105	158	*90*	*0*	*3*	*19*	0	1	139	**1779**	**1588**
Italien	IT	765	4165	*291*	1925	434	1482	*246*	*0*	*0*	*0*	0	0	89	**9397**	**8861**
Luxemburg	LU	13	34	*4*	21	4	2	*6*	*1*	*2*	*1*	0	8	13	**107**	**94**
Niederlande	NL	279	853	*75*	310	88	143	*62*	*77*	*2*	*14*	0	0	389	**2291**	**2061**
Österreich	AT	255	689	*35*	228	126	171	*83*	*0*	*2*	*1*	3	2	40	**1634**	**1514**
Slowenien	SI	42	162	*1*	45	26	26	*7*	*0*	*0*	*4*	0	0	106	**418**	**406**
Vereinigtes Königreich	UK	776	3306	*192*	1411	680	747	*372*	*643*	*10*	*1*	0	0	501	**8639**	**7421**
Cluster 1		**96**	**2711**	***78***	**1245**	**605**	**1081**	***252***	***51***	***3***	***19***	**4**	**5**	**1118**	**7265**	**6863**
Cluster 2		**392**	**5654**	***134***	**5293**	**2136**	**2377**	***1428***	***0***	***16***	***4***	**10**	**8**	**510**	**17962**	**16380**
EU27 (ohne DE)		**2063**	**14906**	***697***	**9391**	**3523**	**5440**	***2172***	***129***	***28***	***61***	**17**	**24**	**2403**	**40854**	**37767**
EU28 (ohne DE)		**2839**	**18212**	***889***	**10802**	**4203**	**6187**	***2544***	***772***	***38***	***62***	**17**	**24**	**2904**	**49493**	**45188**

Tabelle 130: Gesammelte trockene Wertstoffe, nach Abfallstoffen, 2017, in kg/E

Land	Länder-code	Holz	PPK	*Textilien*	Glas	Metalle	Kunst-stoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien/ Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	Inertes	Sonstige	***Gesamt***	**Gesamt (betrachtet)**
Bulgarien	BG	3	52	*0*	13	9	18	*19*	*1*	*0*	*2*	0	0	12	**129**	**107**
Estland	EE	1	54	*2*	24	11	14	*4*	*0*	*0*	*1*	0	0	7	**119**	**112**
Griechenland	EL	0	51	*0*	8	8	14	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	8	**89**	**89**
Kroatien	HR	1	42	*0*	10	3	11	*4*	*0*	*0*	*0*	0	0	19	**91**	**86**
Zypern	CY	0	71	*1*	10	15	14	*4*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**116**	**111**
Lettland	LV	4	59	*0*	11	1	7	*1*	*4*	*0*	*0*	0	0	0	**87**	**82**
Litauen	LT	2	37	*2*	19	25	9	*6*	*0*	*0*	*0*	0	1	10	**111**	**103**
Ungarn	HU	2	27	*1*	5	13	8	*2*	*0*	*0*	*0*	0	0	7	**65**	**61**
Malta	MT	0	41	*1*	11	7	11	*4*	*0*	*0*	*0*	0	0	2	**77**	**72**
Polen	PL	0	15	*1*	16	2	10	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	17	**62**	**61**
Rumänien	RO	0	7	*0*	2	1	4	*1*	*0*	*0*	*0*	0	0	4	**21**	**20**
Slowakei	SK	5	55	*3*	36	17	22	*4*	*7*	*0*	*0*	0	0	3	**153**	**138**
Tschechische Republik	CZ	1	45	*3*	18	9	27	*2*	*0*	*0*	*0*	0	1	2	**108**	**103**
Dänemark	DK	28	79	*0*	36	29	12	*12*	*0*	*1*	*0*	0	0	10	**206**	**192**
Irland	IE	18	75	*4*	31	12	18	*14*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**172**	**153**
Spanien	ES	3	36	*1*	23	3	8	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	3	**77**	**75**
Frankreich	FR	0	20	*0*	49	20	20	*16*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**127**	**111**
Portugal	PT	1	16	*0*	13	1	8	*0*	*0*	*0*	*0*	1	0	4	**45**	**44**
Finnland	FI	1	89	*1*	14	21	6	*12*	*0*	*0*	*0*	0	0	1	**146**	**133**
Schweden	SE	0	67	*1*	19	17	10	*11*	*0*	*1*	*0*	0	0	24	**151**	**137**
Belgien	BE	20	56	*7*	29	9	14	*8*	*0*	*0*	*2*	0	0	12	**157**	**140**
Italien	IT	13	69	*5*	32	7	24	*4*	*0*	*0*	*0*	0	0	1	**155**	**146**
Luxemburg	LU	21	57	*7*	36	7	3	*10*	*2*	*3*	*2*	0	13	21	**182**	**159**
Niederlande	NL	16	50	*4*	18	5	8	*4*	*5*	*0*	*1*	0	0	23	**134**	**121**
Österreich	AT	29	79	*4*	26	14	19	*9*	*0*	*0*	*0*	0	0	5	**186**	**173**
Slowenien	SI	20	78	*0*	22	12	12	*3*	*0*	*0*	*2*	0	0	51	**202**	**197**
Vereinigtes Königreich	UK	12	50	*3*	21	10	11	*6*	*10*	*0*	*0*	0	0	8	**131**	**113**
Cluster 1		1	26	*1*	12	6	11	*2*	*0*	*0*	*0*	0	0	11	**71**	**67**
Cluster 2		2	35	*1*	33	13	15	*9*	*0*	*0*	*0*	0	0	3	**112**	**102**
EU27 (ohne DE)		**6**	**41**	***2***	**26**	**10**	**15**	***6***	***0***	***0***	***0***	**0**	**0**	**7**	**113**	**104**
EU28 (ohne DE)		**7**	**42**	***2***	**25**	**10**	**14**	***6***	***2***	***0***	***0***	**0**	**0**	**7**	**115**	**105**

Tabelle 131: Recycling und Rückstände für alle Wertstoffe, nach Material, 2017, in 1.000 Tonnen

Land	Länder-code	Stoffstrom	LMR	Grün-abfälle	Sonstige Bioabfälle	**Organik-abfälle insge-samt**	Holz	PPK	*Textilien*	Glas	Metalle	Kunst-stoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien /Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	In-ertes	An-dere	***Gesamtbetrag der trockenen Wertstoffe***	**Gesamt (betrachtet)**
Bulgarien	BG	Recycelt	132	111	0	**244**	22	317	*3*	86	57	89	*122*	*4*	*1*	*13*	0	0	75	**789**	**646**
		Rückstände	7	6	0	**13**	2	51	*1*	5	6	41	*14*	*0*	*0*	*1*	0	0	8	**130**	**114**
Estland	EE	Recycelt	13	6	0	**19**	2	61	*2*	29	13	13	*4*	*0*	*0*	*1*	0	0	8	**135**	**127**
		Rückstände	1	0	0	**1**	0	10	*0*	2	1	6	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	1	**21**	**20**
Griechenland	EL	Recycelt	26	60	0	**86**	0	449	*0*	78	80	110	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	79	**795**	**795**
		Rückstände	1	3	0	**5**	0	96	*0*	8	9	44	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	9	**165**	**165**
Kroatien	HR	Recycelt	7	34	5	**46**	5	143	*2*	37	11	31	*17*	*0*	*0*	*0*	0	0	72	**318**	**299**
		Rückstände	0	2	1	**3**	1	30	*0*	4	1	13	*2*	*0*	*0*	*0*	0	0	8	**58**	**56**
Zypern	CY	Recycelt	0	4	0	**4**	0	50	*1*	8	12	9	*3*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**82**	**78**
		Rückstände	0	0	0	**0**	0	11	*0*	1	1	3	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**17**	**17**
Lettland	LV	Recycelt	1	2	52	**55**	7	98	*0*	21	2	9	*2*	*8*	*0*	*0*	0	0	0	**147**	**137**
		Rückstände	0	0	6	**6**	1	16	*0*	1	0	4	*0*	*1*	*0*	*0*	0	0	0	**24**	**23**
Litauen	LT	Recycelt	10	129	4	**144**	6	91	*5*	49	64	18	*15*	*0*	*0*	*0*	0	2	25	**274**	**254**
		Rückstände	1	7	0	**8**	1	16	*1*	4	7	8	*2*	*0*	*0*	*0*	0	0	3	**41**	**38**
Ungarn	HU	Recycelt	52	210	0	**262**	17	222	*6*	40	111	56	*20*	*0*	*0*	*0*	3	1	58	**536**	**509**
		Rückstände	3	11	0	**14**	2	44	*1*	4	12	24	*2*	*0*	*0*	*0*	0	0	6	**97**	**93**
Malta	MT	Recycelt	0	0	0	**1**	0	15	*0*	5	3	4	*2*	*0*	*0*	*0*	0	0	1	**30**	**27**
		Rückstände	0	0	0	**0**	0	4	*0*	1	0	1	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**6**	**6**
Polen	PL	Recycelt	297	543	0	**841**	0	465	*29*	566	84	274	*0*	*0*	*0*	*1*	0	0	59	**2012**	**1982**
		Rückstände	16	29	0	**44**	0	92	*7*	52	9	116	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	66	**342**	**335**
Rumänien	RO	Recycelt	76	275	0	**352**	5	108	*1*	43	25	65	*22*	*0*	*0*	*0*	0	0	79	**347**	**324**
		Rückstände	4	14	0	**19**	1	25	*0*	5	3	24	*2*	*0*	*0*	*0*	0	0	9	**68**	**65**
Slowakei	SK	Recycelt	11	201	1	**213**	23	247	*14*	180	85	84	*21*	*34*	*1*	*1*	0	1	15	**706**	**635**
		Rückstände	1	11	0	**11**	3	49	*3*	18	9	36	*2*	*4*	*0*	*0*	0	0	2	**126**	**116**
Tschechische Republik	CZ	Recycelt	21	236	0	**257**	12	410	*25*	187	83	197	*19*	*0*	*0*	*0*	0	7	15	**955**	**911**
		Rückstände	1	12	0	**14**	1	70	*4*	8	9	93	*2*	*0*	*0*	*0*	0	1	2	**189**	**183**
Dänemark	DK	Recycelt	105	810	0	**915**	143	388	*0*	200	149	46	*63*	*0*	*7*	*0*	0	0	50	**1045**	**975**
		Rückstände	6	43	0	**48**	16	66	*0*	5	16	22	*7*	*0*	*1*	*0*	0	0	6	**138**	**131**
Irland	IE	Recycelt	89	48	0	**137**	76	311	*17*	146	53	59	*62*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**723**	**644**
		Rückstände	5	3	0	**7**	8	48	*3*	2	5	25	*7*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**98**	**88**

Land	Länder-code	Stoffstrom	LMR	Grün-abfälle	Sonstige Bioabfälle	**Organik-abfälle insge-samt**	Holz	PPK	*Textilien*	Glas	Metalle	Kunst-stoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien /Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	In-ertes	An-dere	***Gesamtbetrag der trockenen Wertstoffe***	**Gesamt (betrachtet)**
Spanien	ES	Recycelt	592	211	0	**803**	109	1395	*58*	994	141	255	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	13	**3089**	**3031**
		Rückstände	66	11	0	**77**	12	274	*9*	63	16	96	*0*	*0*	*0*	*0*	0	0	15	**484**	**476**
Frankreich	FR	Recycelt	887	5021	0	**5907**	0	1178	*0*	3209	1239	948	*981*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**7553**	**6573**
		Rückstände	47	264	0	**311**	0	189	*0*	76	127	419	*109*	*0*	*0*	*0*	0	0	0	**920**	**811**
Portugal	PT	Recycelt	26	72	8	**106**	10	132	*1*	124	11	61	*3*	*0*	*0*	*0*	9	0	36	**386**	**382**
		Rückstände	1	4	1	**6**	1	31	*0*	14	1	21	*0*	*0*	*0*	*0*	1	0	4	**74**	**73**
Finnland	FI	Recycelt	229	101	21	**351**	3	420	*5*	75	104	23	*58*	*0*	*0*	*0*	0	0	7	**695**	**632**
		Rückstände	12	5	2	**20**	0	72	*1*	3	11	11	*6*	*0*	*0*	*0*	0	0	1	**106**	**98**
Schweden	SE	Recycelt	411	235	0	**647**	0	571	*8*	183	155	70	*100*	*0*	*7*	*4*	0	0	21	**1313**	**1193**
		Rückstände	22	12	0	**34**	0	100	*1*	5	17	33	*11*	*0*	*1*	*0*	0	0	24	**193**	**179**
Belgien	BE	Recycelt	111	566	206	**882**	199	543	*68*	320	95	107	*81*	*0*	*3*	*17*	0	1	12	**1560**	**1390**
		Rückstände	6	30	23	**58**	22	96	*11*	4	11	51	*9*	*0*	*0*	*2*	0	0	14	**219**	**197**
Italien	IT	Recycelt	345	1846	584	**5884**	689	3545	*249*	1867	391	1001	*221*	*0*	*0*	*0*	0	0	80	**8043**	**7572**
		Rückstände	182	97	65	**344**	77	620	*42*	58	43	481	*25*	*0*	*0*	*0*	0	0	9	**1355**	**1288**
Luxemburg	LU	Recycelt	33	50	0	**84**	11	29	*3*	21	3	1	*5*	*1*	*2*	*1*	0	7	11	**96**	**84**
		Rückstände	2	3	0	**4**	1	5	*1*	0	0	1	*1*	*0*	*0*	*0*	0	1	1	**11**	**10**
Niederlande	NL	Recycelt	309	1431	537	**2278**	251	726	*64*	304	79	97	*56*	*69*	*2*	*12*	0	0	35	**2010**	**1806**
		Rückstände	16	75	60	**151**	28	127	*10*	6	9	46	*6*	*8*	*0*	*1*	0	0	39	**281**	**255**
Österreich	AT	Recycelt	494	1085	0	**1579**	229	586	*30*	221	113	115	*74*	*0*	*2*	*1*	3	2	36	**1411**	**1304**
		Rückstände	26	57	0	**83**	25	103	*5*	8	13	56	*8*	*0*	*0*	*0*	0	0	4	**223**	**210**
Slowenien	SI	Recycelt	72	70	2	**143**	38	138	*1*	44	23	17	*6*	*0*	*0*	*4*	0	0	96	**366**	**355**
		Rückstände	4	4	0	**8**	4	24	*0*	1	3	8	*1*	*0*	*0*	*0*	0	0	11	**52**	**51**
Vereinigtes	UK	Recycelt	550	3046	627	**4222**	698	2834	*165*	1394	615	515	*335*	*579*	*9*	*1*	0	0	45	**7596**	**6507**
		Rückstände	29	160	70	**259**	78	472	*27*	17	65	232	*37*	*64*	*1*	*0*	0	0	50	**1043**	**913**
Cluster 1		Recycelt	626	1577	63	**2265**	86	2267	*64*	1142	546	761	*226*	*46*	*2*	*17*	3	5	10	**6169**	**5815**
		Rückstände	33	83	7	**123**	10	444	*15*	104	59	320	*25*	*5*	*0*	*2*	0	1	11	**1096**	**1049**
Cluster 2		Recycelt	236	6734	29	**9123**	353	4805	*115*	5117	1934	1658	*1285*	*0*	*14*	*4*	9	7	45	**15761**	**14341**
		Rückstände	159	354	3	**516**	39	849	*18*	176	202	719	*143*	*0*	*2*	*0*	1	1	51	**2202**	**2039**
EU27 (ohne DE)		recycelt	**745**	**1335**	**1420**	**22238**	**1857**	**12637**	***596***	**9034**	**3184**	**3757**	***1955***	***116***	***25***	***55***	**15**	**22**	**21**	**35415**	**32668**
		Rückstände	**427**	**703**	**158**	**1288**	**206**	**2268**	***102***	**357**	**339**	**1683**	***217***	***13***	***3***	***6***	**2**	**2**	**24**	**5440**	**5099**
EU28 (ohne DE)		Recycelt	**800**	**1640**	**2047**	**26460**	**2555**	**15471**	***761***	**10428**	**3799**	**4272**	***2290***	***695***	***34***	***56***	**15**	**22**	**26**	**43011**	**39175**
		Rückstände	**456**	**863**	**227**	**1547**	**284**	**2740**	***129***	**374**	**404**	**1915**	***254***	***77***	***4***	***6***	**2**	**2**	**29**	**6483**	**6012**

Tabelle 132: Recycling und Rückstände für alle Wertstoffe, nach Material, 2017, in kg/E

Land	Ländercode	Stoffstrom	LMR	Grün-abfälle	Sonstige Bioabfälle	**Organikabfälle insgesamt**	Holz	PPK	*Textilien*	Glas	Metalle	Kunststoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien/Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	In-ertes	An-dere	***Gesamtbetrag der trockenen Wertstoffe***	**Gesamt (betrachtet)**
Bulgarien	BG	Recycelt	19	16	0	**34**	3	45	*0*	12	8	12	17	1	0	2	0	0	11	**111**	**70**
		Rückstände	1	1	0	**2**	0	7	*0*	1	1	6	2	0	0	0	0	0	1	**18**	**12**
Estland	EE	Recycelt	10	4	0	**14**	1	47	*2*	22	10	10	3	0	0	1	0	0	6	**103**	**89**
		Rückstände	1	0	0	**1**	0	8	*0*	1	1	5	0	0	0	0	0	0	1	**16**	**14**
Griechenland	EL	Recycelt	2	6	0	**8**	0	42	*0*	7	7	10	0	0	0	0	0	0	7	**74**	**52**
		Rückstände	0	0	0	**0**	0	9	*0*	1	1	4	0	0	0	0	0	0	1	**15**	**9**
Kroatien	HR	Recycelt	2	8	1	**11**	1	34	*0*	9	3	8	4	0	0	0	0	0	17	**76**	**60**
		Rückstände	0	0	0	**1**	0	7	*0*	1	0	3	0	0	0	0	0	0	2	**14**	**13**
Zypern	CY	Recycelt	0	4	0	**4**	0	58	*1*	9	14	10	3	0	0	0	0	0	0	**96**	**52**
		Rückstände	0	0	0	**0**	0	13	*0*	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	**20**	**9**
Lettland	LV	Recycelt	1	1	27	**28**	4	50	*0*	11	1	5	1	4	0	0	0	0	0	**75**	**17**
		Rückstände	0	0	3	**3**	0	8	*0*	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	**12**	**3**
Litauen	LT	Recycelt	4	45	2	**50**	2	32	*2*	17	22	6	5	0	0	0	0	1	9	**96**	**117**
		Rückstände	0	2	0	**3**	0	6	*0*	1	2	3	1	0	0	0	0	0	1	**14**	**21**
Ungarn	HU	Recycelt	5	21	0	**27**	2	23	*1*	4	11	6	2	0	0	0	0	0	6	**55**	**86**
		Rückstände	0	1	0	**1**	0	4	*0*	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	**10**	**17**
Malta	MT	Recycelt	1	1	0	**2**	0	33	*1*	10	7	8	4	0	0	0	0	0	2	**64**	**170**
		Rückstände	0	0	0	**0**	0	8	*0*	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	**13**	**23**
Polen	PL	Recycelt	8	14	0	**22**	0	12	*1*	15	2	7	0	0	0	0	0	0	16	**53**	**135**
		Rückstände	0	1	0	**1**	0	2	*0*	1	0	3	0	0	0	0	0	0	2	**9**	**18**
Rumänien	RO	Recycelt	4	14	0	**18**	0	5	*0*	2	1	3	1	0	0	0	0	0	4	**18**	**65**
		Rückstände	0	1	0	**1**	0	1	*0*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**3**	**10**
Slowakei	SK	Recycelt	2	37	0	**39**	4	46	*3*	33	16	15	4	6	0	0	0	0	3	**130**	**70**
		Rückstände	0	2	0	**2**	0	9	*1*	3	2	7	0	1	0	0	0	0	0	**23**	**12**
Tschechische Republik	CZ	Recycelt	2	22	0	**24**	1	39	*2*	18	8	19	2	0	0	0	0	1	1	**90**	**89**
		Rückstände	0	1	0	**1**	0	7	*0*	1	1	9	0	0	0	0	0	0	0	**18**	**14**
Dänemark	DK	Recycelt	18	141	0	**159**	25	67	*0*	35	26	8	11	0	1	0	0	0	9	**182**	**52**
		Rückstände	1	7	0	**8**	3	12	*0*	1	3	4	1	0	0	0	0	0	1	**24**	**9**
Irland	IE	Recycelt	19	10	0	**29**	16	65	*4*	30	11	12	13	0	0	0	0	0	0	**151**	**60**
		Rückstände	1	1	0	**2**	2	10	*1*	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	**20**	**13**
Spanien	ES	Recycelt	13	5	0	**17**	2	30	*1*	21	3	5	0	0	0	0	0	0	3	**66**	**52**
		Rückstände	1	0	0	**2**	0	6	*0*	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	**10**	**9**

Land	Ländercode	Stoffstrom	LMR	Grün-abfälle	Sonstige Bioabfälle	**Organikabfälle insgesamt**	Holz	PPK	*Textilien*	Glas	Metalle	Kunststoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien/Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	In-ertes	An-dere	***Gesamtbetrag der trockenen Wertstoffe***	**Gesamt (betrachtet)**
Frankreich	FR	Recycelt	13	75	0	**5**	0	18	*0*	48	19	14	15	0	0	0	0	0	0	**113**	**98**
		Rückstände	1	4	0	**10**	0	3	*0*	1	2	6	2	0	0	0	0	0	0	**14**	**12**
Portugal	PT	Recycelt	2	7	1	**1**	1	13	*0*	12	1	6	0	0	0	0	1	0	3	**37**	**37**
		Rückstände	0	0	0	**64**	0	3	*0*	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	**7**	**7**
Finnland	FI	Recycelt	42	18	4	**4**	0	76	*1*	14	19	4	11	0	0	0	0	0	1	**126**	**115**
		Rückstände	2	1	0	**65**	0	13	*0*	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	**19**	**18**
Schweden	SE	Recycelt	41	24	0	**3**	0	57	*1*	18	16	7	10	0	1	0	0	0	21	**131**	**119**
		Rückstände	2	1	0	**78**	0	10	*0*	0	2	3	1	0	0	0	0	0	2	**19**	**18**
Belgien	BE	Recycelt	10	50	18	**5**	18	48	*6*	28	8	9	7	0	0	2	0	0	11	**137**	**122**
		Rückstände	1	3	2	**5**	2	8	*1*	0	1	4	1	0	0	0	0	0	1	**19**	**17**
Italien	IT	Recycelt	57	30	10	**97**	11	59	*4*	31	6	17	4	0	0	0	0	0	1	**133**	**125**
		Rückstände	3	2	1	**6**	1	10	*1*	1	1	8	0	0	0	0	0	0	0	**22**	**21**
Luxemburg	LU	Recycelt	56	85	0	**142**	19	49	*6*	35	6	2	9	1	3	1	0	12	19	**163**	**142**
		Rückstände	3	4	0	**7**	2	8	*1*	1	1	1	1	0	0	0	0	1	2	**19**	**16**
Niederlande	NL	Recycelt	18	84	31	**133**	15	42	*4*	18	5	6	3	4	0	1	0	0	20	**118**	**106**
		Rückstände	1	4	3	**9**	2	7	*1*	0	1	3	0	0	0	0	0	0	2	**16**	**15**
Österreich	AT	Recycelt	56	124	0	**180**	26	67	*3*	25	13	13	8	0	0	0	0	0	4	**161**	**149**
		Rückstände	3	7	0	**9**	3	12	*1*	1	1	6	1	0	0	0	0	0	0	**25**	**24**
Slowenien	SI	Recycelt	35	34	1	**69**	18	67	*0*	21	11	8	3	0	0	2	0	0	46	**177**	**172**
		Rückstände	2	2	0	**4**	2	12	*0*	1	1	4	0	0	0	0	0	0	5	**25**	**25**
Vereinigtes Königreich	UK	Recycelt	8	46	10	**64**	11	43	*3*	21	9	8	5	9	0	0	0	0	7	**115**	**99**
		Rückstände	0	2	1	**4**	1	7	*0*	0	1	4	1	1	0	0	0	0	1	**16**	**14**
Cluster 1		Recycelt	6	15	1	**22**	1	22	*1*	11	5	7	2	0	0	0	0	0	10	**60**	**57**
		Rückstände	0	1	0	**1**	0	4	*0*	1	1	3	0	0	0	0	0	0	1	**11**	**10**
Cluster 2		Recycelt	15	42	0	**57**	2	30	*1*	32	12	10	8	0	0	0	0	0	3	**98**	**89**
		Rückstände	1	2	0	**3**	0	5	*0*	1	1	4	1	0	0	0	0	0	0	**14**	**13**
EU27 (ohne DE)		recycelt	**21**	**37**	**4**	**61**	**5**	**35**	***2***	**25**	**9**	**10**	**5**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6**	**98**	**90**
		Rückstände	**1**	**2**	**0**	**4**	**1**	**6**	***0***	**1**	**1**	**5**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**15**	**14**
EU28 (ohne DE)		Recycelt	**19**	**38**	**5**	**62**	**6**	**36**	***2***	**24**	**9**	**10**	**5**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6**	**100**	**91**
		Rückstände	**1**	**2**	**1**	**4**	**1**	**6**	***0***	**1**	**1**	**4**	**1**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**1**	**15**	**14**

Tabelle 133: Behandlung der Rückstände für alle Wertstoffe, nach Material, 2017, in 1.000 Tonnen

Land	Länder-code	Behandlung	LMR	Grün-abfälle	Sonstige Bioabfälle	**Organikabfälle insgesamt**	Holz	PPK	*Textilien*	Glas	Metalle	Kunststoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien/ Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	In-ertes	An-dere	***Gesamtbetrag der trockenen Wertstoffe***	**Gesamt (betrachtet)**
Bulgarien	BG	Deponierung	6	5	0	**12**	2	48	*0*	5	5	38	13	0	0	1	0	0	8	**121**	**106**
		Verbrennung	0	0	0	**1**	0	4	*0*	0	0	3	1	0	0	0	0	0	1	**9**	**8**
Estland	EE	Deponierung	0	0	0	**0**	0	1	*0*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**2**
		Verbrennung	1	0	0	**1**	0	9	*0*	2	1	5	0	0	0	0	0	0	1	**19**	**18**
Griechenland	EL	Deponierung	1	3	0	**5**	0	96	*0*	8	9	44	0	0	0	0	0	0	9	**165**	**165**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Kroatien	HR	Deponierung	0	2	1	**3**	1	30	*0*	4	1	13	2	0	0	0	0	0	8	**58**	**56**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Zypern	CY	Deponierung	0	0	0	**0**	0	11	*0*	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	**17**	**17**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Lettland	LV	Deponierung	0	0	5	**5**	1	14	*0*	1	0	4	0	1	0	0	0	0	0	**21**	**20**
		Verbrennung	0	0	1	**1**	0	2	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**2**
Litauen	LT	Deponierung	1	7	0	**8**	1	16	*1*	4	7	8	2	0	0	0	0	0	3	**41**	**38**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Ungarn	HU	Deponierung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
		Verbrennung	3	11	0	**14**	2	44	*1*	4	12	24	2	0	0	0	0	0	6	**97**	**93**
Malta	MT	Deponierung	0	0	0	**0**	0	4	*0*	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**6**	**6**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Polen	PL	Deponierung	11	20	0	**31**	0	64	*5*	36	6	80	0	0	0	0	0	0	46	**237**	**232**
		Verbrennung	5	9	0	**14**	0	28	*2*	16	3	36	0	0	0	0	0	0	20	**105**	**103**
Rumänien	RO	Deponierung	4	14	0	**19**	1	25	*0*	5	3	24	2	0	0	0	0	0	9	**68**	**65**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Slowakei	SK	Deponierung	1	9	0	**10**	2	44	*3*	16	8	32	2	3	0	0	0	0	1	**111**	**103**
		Verbrennung	0	1	0	**1**	0	6	*0*	2	1	4	0	0	0	0	0	0	0	**14**	**13**
Tschechische Republik	CZ	Deponierung	1	10	0	**10**	1	54	*3*	6	7	72	2	0	0	0	0	1	1	**147**	**142**
		Verbrennung	0	3	0	**3**	0	16	*1*	2	2	21	0	0	0	0	0	0	0	**43**	**41**
Dänemark	DK	Deponierung	0	2	0	**2**	1	3	*0*	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	**5**	**5**
		Verbrennung	5	41	0	**46**	15	64	*0*	5	15	21	7	0	1	0	0	0	5	**133**	**126**
Irland	IE	Deponierung	3	2	0	**5**	6	34	*2*	1	4	18	5	0	0	0	0	0	0	**69**	**62**
		Verbrennung	1	1	0	**2**	2	14	*1*	0	2	7	2	0	0	0	0	0	0	**29**	**26**

Land	Länder-code	Behandlung	LMR	Grün-abfälle	Sonstige Bioabfälle	**Organikabfälle insgesamt**	Holz	PPK	*Textilien*	Glas	Metalle	Kunststoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien/ Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	In-ertes	An-dere	***Gesamtbetrag der trockenen Wertstoffe***	**Gesamt (betrachtet)**
Spanien	ES	Deponierung	43	7	0	**50**	8	177	*6*	41	10	62	0	0	0	0	0	0	10	**314**	**308**
		Verbrennung	23	4	0	**27**	4	96	*3*	22	5	34	0	0	0	0	0	0	5	**171**	**168**
Frankreich	FR	Deponierung	17	98	0	**115**	0	70	*0*	28	47	155	40	0	0	0	0	0	0	**341**	**301**
		Verbrennung	29	166	0	**196**	0	119	*0*	48	80	263	69	0	0	0	0	0	0	**579**	**510**
Portugal	PT	Deponierung	1	2	1	**4**	1	19	*0*	8	1	13	0	0	0	0	1	0	2	**45**	**45**
		Verbrennung	1	1	0	**2**	0	12	*0*	5	0	8	0	0	0	0	0	0	2	**28**	**28**
Finnland	FI	Deponierung	2	1	0	**3**	0	10	*0*	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	**15**	**14**
		Verbrennung	10	5	2	**17**	0	62	*1*	3	10	10	6	0	0	0	0	0	1	**91**	**85**
Schweden	SE	Deponierung	0	0	0	**1**	0	2	*0*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**3**	**3**
		Verbrennung	21	12	0	**33**	0	98	*1*	5	17	33	11	0	1	0	0	0	23	**189**	**176**
Belgien	BE	Deponierung	0	0	0	**1**	0	1	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**2**
		Verbrennung	6	30	23	**58**	22	95	*11*	4	10	50	9	0	0	2	0	0	14	**217**	**196**
Italien	IT	Deponierung	26	14	9	**49**	11	89	*6*	8	6	69	4	0	0	0	0	0	1	**194**	**184**
		Verbrennung	156	83	56	**295**	66	532	*36*	50	37	413	21	0	0	0	0	0	8	**1161**	**1104**
Luxemburg	LU	Deponierung	0	1	0	**1**	0	1	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**2**
		Verbrennung	1	2	0	**3**	1	4	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	**9**	**8**
Niederlande	NL	Deponierung	0	2	2	**4**	1	3	*0*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	**7**	**6**
		Verbrennung	16	73	58	**147**	27	124	*10*	6	9	45	6	7	0	1	0	0	38	**274**	**249**
Österreich	AT	Deponierung	0	1	0	**2**	0	2	*0*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**4**	**4**
		Verbrennung	26	56	0	**82**	25	101	*5*	8	12	55	8	0	0	0	0	0	4	**219**	**206**
Slowenien	SI	Deponierung	4	4	0	**8**	4	24	*0*	1	3	8	1	0	0	0	0	0	11	**52**	**51**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Vereinigtes Königreich	UK	Deponierung	12	67	29	**108**	32	196	*11*	7	27	96	15	27	0	0	0	0	21	**433**	**379**
		Verbrennung	17	94	41	**151**	45	276	*16*	10	38	136	22	38	1	0	0	0	29	**610**	**534**
Cluster 1		Deponierung	24	61	6	**92**	7	352	*10*	80	41	248	21	5	0	2	0	0	83	**849**	**811**
		Verbrennung	9	22	1	**31**	3	92	*4*	24	18	73	4	1	0	0	0	0	28	**247**	**238**
Cluster 2		Deponierung	67	122	1	**190**	16	368	*11*	86	71	323	48	0	0	0	1	1	14	**939**	**879**
		Verbrennung	92	233	2	**327**	23	481	*7*	90	131	396	94	0	2	0	0	0	37	**1263**	**1159**
EU27 (ohne DE)		Deponierung	**123**	**204**	**18**	**345**	**40**	**840**	***28***	**175**	**122**	**650**	**74**	**5**	**0**	**2**	**1**	**1**	**111**	**2050**	**1950**
		Verbrennung	**305**	**499**	**139**	**943**	**16**	**142**	***74***	**182**	**217**	**1033**	**143**	**8**	**2**	**4**	**1**	**1**	**129**	**3390**	**3159**
EU28 (ohne DE)		Deponierung	**135**	**271**	**47**	**453**	**72**	**103**	***39***	**182**	**149**	**747**	**90**	**31**	**1**	**2**	**1**	**1**	**132**	**2483**	**2319**
		Verbrennung	**322**	**593**	**180**	**1094**	**21**	**170**	***89***	**192**	**255**	**1169**	**165**	**46**	**3**	**4**	**1**	**1**	**159**	**4000**	**3693**

Tabelle 134: Behandlung der Rückstände für alle Wertstoffe nach Material, 2017, in kg/E

Land	Länder-code	Behandlung	LMR	Grün-abfälle	Sonstige Bioabfälle	**Organikabfälle insgesamt**	Holz	PPK	*Textilien*	Glas	Metalle	Kunststoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien/ Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	In-ertes	An-dere	***Gesamtbetrag der trockenen Wertstoffe***	**Gesamt (betrachtet)**
Bulgarien	BG	Deponierung	1	1	0	**2**	0	7	*0*	1	1	5	2	0	0	0	0	0	1	**17**	**15**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	**1**
Estland	EE	Deponierung	0	0	0	**0**	0	1	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**1**
		Verbrennung	0	0	0	**1**	0	7	*0*	1	1	4	0	0	0	0	0	0	1	**15**	**14**
Griechenland	EL	Deponierung	0	0	0	**0**	0	9	*0*	1	1	4	0	0	0	0	0	0	1	**15**	**15**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Kroatien	HR	Deponierung	0	0	0	**1**	0	7	*0*	1	0	3	0	0	0	0	0	0	2	**14**	**14**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Zypern	CY	Deponierung	0	0	0	**0**	0	1	*0*	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	**20**	**20**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Lettland	LV	Deponierung	0	0	3	**3**	0	7	*0*	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	**11**	**10**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	1	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	**1**
Litauen	LT	Deponierung	0	2	0	**3**	0	6	*0*	1	2	3	1	0	0	0	0	0	1	**14**	**14**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Ungarn	HU	Deponierung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
		Verbrennung	0	1	0	**1**	0	4	*0*	0	1	2	0	0	0	0	0	0	1	**10**	**9**
Malta	MT	Deponierung	0	0	0	**0**	0	8	*0*	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	**13**	**13**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Polen	PL	Deponierung	0	1	0	**1**	0	2	*0*	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	**6**	**6**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	1	*0*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	**3**	**3**
Rumänien	RO	Deponierung	0	1	0	**1**	0	1	*0*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**3**	**3**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Slowakei	SK	Deponierung	0	2	0	**2**	0	8	*1*	3	2	6	0	1	0	0	0	0	0	**21**	**19**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	1	*0*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**3**	**2**
Tschechisch Republik	CZ	Deponierung	0	1	0	**1**	0	5	*0*	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0	**14**	**13**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	1	*0*	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	**4**	**4**
Dänemark	DK	Deponierung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**1**	**1**
		Verbrennung	1	7	0	**8**	3	1	*0*	1	3	4	1	0	0	0	0	0	1	**23**	**22**
Irland	IE	Deponierung	1	0	0	**1**	1	7	*0*	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	**14**	**13**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	1	3	*0*	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	**6**	**5**
Spanien	ES	Deponierung	1	0	0	**1**	0	4	*0*	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**7**	**7**

Land	Länder-code	Behandlung	LMR	Grün-abfälle	Sonstige Bioabfälle	**Organikabfälle insgesamt**	Holz	PPK	*Textilien*	Glas	Metalle	Kunststoffe	*EEAG*	*Schutt, Böden*	*Batterien/ Akkus*	*Gabf (ohne EEAG)*	Feinmüll	In-ertes	An-dere	***Gesamtbetrag der trockenen Wertstoffe***	**Gesamt (betrachtet)**
		Verbrennung	0	0	0	**1**	0	2	*0*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**4**	**4**
Frankreich	FR	Deponierung	0	1	0	**2**	0	1	*0*	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	**5**	**5**
		Verbrennung	0	2	0	**3**	0	2	*0*	1	1	4	1	0	0	0	0	0	0	**9**	**8**
Portugal	PT	Deponierung	0	0	0	**0**	0	2	*0*	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**4**	**4**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	1	*0*	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**3**	**3**
Finnland	FI	Deponierung	0	0	0	**1**	0	2	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**3**	**3**
		Verbrennung	2	1	0	**3**	0	1	*0*	1	2	2	1	0	0	0	0	0	0	**17**	**15**
Schweden	SE	Deponierung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
		Verbrennung	2	1	0	**3**	0	1	*0*	0	2	3	1	0	0	0	0	0	2	**19**	**18**
Belgien	BE	Deponierung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
		Verbrennung	1	3	2	**5**	2	8	*1*	0	1	4	1	0	0	0	0	0	1	**19**	**17**
Italien	IT	Deponierung	0	0	0	**1**	0	1	*0*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**3**	**3**
		Verbrennung	3	1	1	**5**	1	9	*1*	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0	**19**	**18**
Luxemburg	LU	Deponierung	1	1	0	**2**	0	2	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**4**	**3**
		Verbrennung	2	4	0	**6**	2	7	*1*	1	1	1	1	0	0	0	0	1	2	**15**	**13**
Niederlande	NL	Deponierung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
		Verbrennung	1	4	3	**9**	2	7	*1*	0	0	3	0	0	0	0	0	0	2	**16**	**15**
Österreich	AT	Deponierung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
		Verbrennung	3	6	0	**9**	3	1	*1*	1	1	6	1	0	0	0	0	0	0	**25**	**23**
Slowenien	SI	Deponierung	2	2	0	**4**	2	1	*0*	1	1	4	0	0	0	0	0	0	5	**25**	**25**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	0	*0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0**
Vereinigtes Königreich	UK	Deponierung	0	1	0	**2**	0	3	*0*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**7**	**6**
		Verbrennung	0	1	1	**2**	1	4	*0*	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	**9**	**8**
Cluster 1		Deponierung	0	1	0	**1**	0	3	*0*	1	0	2	0	0	0	0	0	0	1	**8**	**8**
		Verbrennung	0	0	0	**0**	0	1	*0*	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	**2**	**2**
Cluster 2		Deponierung	0	1	0	**1**	0	2	*0*	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	**6**	**5**
		Verbrennung	1	1	0	**2**	0	3	*0*	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	**8**	**7**
EU27 (ohne DE)		Deponierung	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**2**	***0***	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6**	**5**
		Verbrennung	**1**	**1**	**0**	**3**	**0**	**4**	***0***	**1**	**1**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**9**	**9**
EU28 (ohne DE)		Deponierung	**0**	**1**	**0**	**1**	**0**	**2**	***0***	**0**	**0**	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**6**	**5**
		Verbrennung	**1**	**1**	**0**	**3**	**0**	**4**	***0***	**0**	**1**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**9**	**9**

A.3.4 Letztverbleib des gesamten Siedlungsabfalls

Tabelle 135: Letztverbleib des gesamten Siedlungsabfalls, nach Behandlungsart, 2017, in 1000 Tonnen

Land	Länder-code	Stoffstrom	Deponierung	Verbrennung	Verbr 1	Verbr 2	Verbr 3	Verbr 4	Energierück-gewinnung	Rekultivierung	Recycling stofflich	Recycling organisch	Massen-verlust	Insgesamt
Bulgarien	BG	direkt	1119	**83**	0	83	0	0						**1202**
		Output	442	**9**	0	9	0	0	0	146	663	244	204	**1708**
Estland[1)]	EE	direkt	31	**243**	0	243	0	0						**274**
		Output	6	**19**	0	19	0	0	38	0	128	19	8	**219**
Griechenland	EL	direkt	3883	**0**	0	0	0	0						**3883**
		Output	337	**0**	0	0	0	0	49	87	812	86	161	**1532**
Kroatien[1)]	HR	direkt	1124	**0**	0	0	0	0						**1125**
		Output	68	**0**	0	0	0	0	86	0	301	46	23	**523**
Zypern	CY	direkt	251	**0**	0	0	0	0						**251**
		Output	81	**0**	0	0	0	0	34	34	84	4	57	**292**
Lettland	LV	direkt	451	**0**	0	0	0	0						**451**
		Output	753	**3**	3	0	0	0	24	15	140	55	21	**333**
Litauen	LT	direkt	373	**0**	0	0	0	0						**373**
		Output	221	**0**	0	0	0	0	134	41	266	144	77	**883**
Ungarn	HU	direkt	0	**358**	0	358	0	0						**358**
		Output	1809	**107**	0	107	0	0	280	103	643	262	155	**3359**
Malta	MT	direkt	178	**0**	0	0	0	0						**179**
		Output	39	**0**	0	0	0	0	0	18	30	1	25	**113**
Polen	PL	direkt	972	**432**	0	432	0	0						**1403**
		Output	2918	**117**	0	117	0	0	2065	891	2184	841	1420	**10435**
Rumänien[1)]	RO	direkt	4294	**0**	0	0	0	0						**4294**
		Output	84	**0**	0	0	0	0	214	0	337	352	0	**987**
Slowakei	SK	direkt	819	**105**	105	0	0	0						**923**
		Output	113	**14**	14	0	0	0	34	0	636	213	0	**1011**
Tschechische Republik	CZ	direkt	1622	**473**	0	473	0	0						**2095**
		Output	156	**44**	0	44	0	0	121	0	917	257	0	**1497**
Dänemark	DK	direkt	90	**2260**	353	1907	0	0						**2350**
		Output	7	**172**	27	145	0	0	0	0	975	915	0	**2068**
Irland[1)]	IE	direkt	1099	**443**	443	0	0	0						**1542**
		Output	134	**28**	28	0	0	0	107	18	655	137	26	**1105**
Spanien	ES	direkt	3727	**2025**	2025	0	0	0						**5752**
		Output	5087	**195**	195	0	0	0	0	2545	3393	803	4177	**16199**
Frankreich	FR	direkt	6937	**11759**	1175	0	0	0						**18696**

Land	Länder-code	Stoffstrom	Deponierung	Verbrennung	Verbr 1	Verbr 2	Verbr 3	Verbr 4	Energierück-gewinnung	Rekultivierung	Recycling stofflich	Recycling organisch	Massen-verlust	Insgesamt
		Output	1011	**706**	706	0	0	0	0	285	6620	5907	363	**14891**
Portugal	PT	direkt	1662	**1041**	1041	0	0	0						**2702**
		Output	271	**30**	30	0	0	0	985	80	419	106	393	**2285**
Finnland	FI	direkt	197	**1209**	0	1209	0	0						**1406**
		Output	43	**101**	0	101	0	0	113	11	643	351	15	**1278**
Schweden	SE	direkt	39	**2281**	0	2213	68	0						**2321**
		Output	4	**209**	0	203	6	0	0	0	1193	647	0	**2053**
Belgien	BE	direkt	15	**1751**	1576	140	0	35						**1766**
		Output	10	**254**	228	20	0	5	145	0	1394	882	12	**2697**
Italien	IT	direkt	628	**3765**	2146	1619	0	0						**4393**
		Output	5709	**1399**	797	602	0	0	0	1579	7915	5884	2156	**24641**
Luxemburg	LU	direkt	30	**115**	115	0	0	0						**145**
		Output	16	**11**	11	0	0	0	0	4	85	84	6	**206**
Niederlande	NL	direkt	94	**3612**	0	3612	0	0						**3706**
		Output	180	**396**	0	396	0	0	0	74	1820	2278	98	**4845**
Österreich	AT	direkt	24	**1208**	72	785	350	0						**1232**
		Output	161	**287**	17	187	83	0	218	23	1320	1579	49	**3636**
Slowenien	SI	direkt	40	**0**	0	0	0	0						**40**
		Output	258	**0**	0	0	0	0	0	64	369	143	79	**915**
Vereinigtes Königreich	UK	direkt	4766	**6708**	5031	1677	0	0						**11475**
		Output	1609	**685**	514	171	0	0	3135	385	6710	4222	922	**17669**
Cluster 1		direkt	13495	**1220**	105	1115	0	0						**14715**
		Output	6193	**269**	17	252	0	0	2958	1336	6225	2265	2251	**21397**
Cluster 2		direkt	15373	**21491**	1562	5802	68	0						**36864**
		Output	6713	**1486**	986	494	6	0	1327	2939	14815	9123	4974	**41376**
EU27 (ohne DE)		direkt	**29698**	**33163**	**1963**	**13074**	**419**	**35**						**62861**
		Output	**19918**	**4102**	**2057**	**1950**	**90**	**5**	**4648**	**6020**	**33941**	**22238**	**9524**	**99712**
EU28 (ohne DE)		direkt	**34464**	**39871**	**2466**	**14751**	**419**	**35**						**74335**
		Output	**21527**	**4787**	**2571**	**2122**	**90**	**5**	**7783**	**6404**	**40652**	**26460**	**10447**	**117381**

Anmerkung: 1) Die Beträge der direkten Deponierung beinhalten nicht gesammelten Restmüll, der als deponiert angenommen wird (Tabelle 116)

Tabelle 136: Letztverbleib für den gesamten Siedlungsabfall, nach Behandlungsart, 2017, in kg/Kopf

Land	Länder-code	Stoffstrom	Deponierung	Verbrennung	Verbr 1	Verbr 2	Verbr 3	Verbr 4	Energierück-gewinnung	Rekultivierung	Recycling stofflich	Recycling organisch	Massen-verlust	Insgesamt
Bulgarien	BG	direkt	158	**12**	0	12	0	0						**169**
		Output	62	**1**	0	1	0	0	0	21	93	34	29	**240**
Estland[1)]	EE	direkt	24	**185**	0	185	0	0						**209**
		Output	5	**15**	0	15	0	0	29	0	98	14	6	**166**
Griechenland	EL	direkt	361	**0**	0	0	0	0						**361**
		Output	31	**0**	0	0	0	0	5	8	75	8	15	**142**
Kroatien[1)]	HR	direkt	271	**0**	0	0	0	0						**271**
		Output	16	**0**	0	0	0	0	21	0	72	11	5	**126**
Zypern	CY	direkt	293	**0**	0	0	0	0						**293**
		Output	94	**0**	0	0	0	0	40	40	98	4	66	**342**
Lettland	LV	direkt	231	**0**	0	0	0	0						**231**
		Output	38	**1**	1	0	0	0	61	12	8	72	11	**171**
Litauen	LT	direkt	131	**0**	0	0	0	0						**131**
		Output	78	**0**	0	0	0	0	47	15	93	50	27	**310**
Ungarn	HU	direkt	0	**36**	0	36	0	0						**36**
		Output	185	**11**	0	11	0	0	29	11	66	27	16	**343**
Malta	MT	direkt	388	**0**	0	0	0	0						**388**
		Output	85	**0**	0	0	0	0	0	39	65	2	55	**246**
Polen	PL	direkt	26	**11**	0	11	0	0						**37**
		Output	77	**3**	0	3	0	0	54	23	58	22	37	**275**
Rumänien[1)]	RO	direkt	219	**0**	0	0	0	0						**219**
		Output	4	**0**	0	0	0	0	11	0	17	18	0	**50**
Slowakei	SK	direkt	151	**19**	19	0	0	0						**170**
		Output	21	**3**	3	0	0	0	6	0	117	39	0	**186**
Tschechische Republik	CZ	direkt	153	**45**	0	45	0	0						**198**
		Output	15	**4**	0	4	0	0	11	0	87	24	0	**141**
Dänemark	DK	direkt	16	**393**	61	332	0	0						**409**
		Output	1	**30**	5	25	0	0	0	0	170	159	0	**360**
Irland[1)]	IE	direkt	230	**93**	93	0	0	0						**322**
		Output	28	**6**	6	0	0	0	22	4	137	29	6	**231**
Spanien	ES	direkt	80	**44**	44	0	0	0						**124**
		Output	109	**4**	4	0	0	0	0	55	73	17	90	**348**
Frankreich	FR	direkt	104	**176**	176	0	0	0						**280**
		Output	15	**11**	11	0	0	0	0	4	99	88	5	**223**

Land	Länder-code	Stoffstrom	Deponierung	Verbrennung	Verbr 1	Verbr 2	Verbr 3	Verbr 4	Energierück-gewinnung	Rekultivierung	Recycling stofflich	Recycling organisch	Massen-verlust	Insgesamt
Portugal	PT	direkt	161	**101**	101	0	0	0						**262**
		Output	26	**3**	3	0	0	0	96	8	41	10	38	**222**
Finnland	FI	direkt	36	**220**	0	220	0	0						**255**
		Output	8	**18**	0	18	0	0	21	2	117	64	3	**232**
Schweden	SE	direkt	4	**228**	0	221	7	0						**232**
		Output	0	**21**	0	20	1	0	0	0	119	65	0	**205**
Belgien	BE	direkt	1	**154**	139	12	0	3						**156**
		Output	1	**22**	20	2	0	0	13	0	123	78	1	**238**
Italien	IT	direkt	10	**62**	35	27	0	0						**73**
		Output	94	**23**	13	10	0	0	0	26	131	97	36	**407**
Luxemburg	LU	direkt	51	**195**	195	0	0	0						**246**
		Output	27	**19**	19	0	0	0	0	7	144	142	10	**348**
Niederlande	NL	direkt	5	**211**	0	211	0	0						**217**
		Output	11	**23**	0	23	0	0	0	4	107	133	6	**284**
Österreich	AT	direkt	3	**138**	8	90	40	0						**140**
		Output	18	**33**	2	21	10	0	25	3	150	180	6	**415**
Slowenien	SI	direkt	19	**0**	0	0	0	0						**19**
		Output	125	**0**	0	0	0	0	0	31	179	69	38	**443**
Vereinigtes Königreich	UK	direkt	72	**102**	76	25	0	0						**174**
		Output	24	**10**	8	3	0	0	48	6	102	64	14	**268**
Cluster 1		direkt	132	**12**	1	11	0	0						**144**
		Output	61	**3**	0	2	0	0	29	13	61	22	21	**209**
Cluster 2		direkt	96	**134**	97	36	0	0						**230**
		Output	42	**9**	6	3	0	0	8	18	92	57	31	**258**
EU27 (ohne DE)		direkt	**82**	**91**	**54**	**36**	**1**	**0**						**173**
		Output	**53**	**11**	**6**	**5**	**0**	**0**	**13**	**17**	**94**	**61**	**26**	**275**
EU28 (ohne DE)		direkt	**80**	**93**	**58**	**34**	**1**	**0**						**173**
		Output	**49**	**11**	**6**	**5**	**0**	**0**	**18**	**15**	**95**	**62**	**24**	**274**

Anmerkung: 1) Die Beträge der direkten Deponierung beinhalten nicht gesammelten Restmüll, der als deponiert angenommen wird (Tabelle 117), Output = Behandlung von Rückständen aller Wertstoffe und MBA-Outputs.

A.4 Datentabellen für alle EU-Szenarien, einschließlich Schlüsseldaten aus Deutschland

A.4.1 Erstbehandlung von Restmüll 2030 für EU-Leitszenarien

Tabelle 137: Anpassungen an die Erstbehandlung von Restmüll 2030 für EU-Leitszenarien (1.000 Mg)

Cluster	Land	Länder-code	MBA	Verbrennung	Deponie	Behandlung Organikabf-älle	Sortierung trockene Wertstoffe	Aufkommen insgesamt	Deponie vor Anpassung	Anpassung der Deponie	Anpassung von Verbrennung und/oder MBA	Beschreibung der Anpassungen
1	Bulgarien	BG	691	233	186	705	1095	2910	336	-150	+150	Dep > 0 innerhalb des Ziels, Verbr-Kapazitäten werden von Dep abgezogen
1	Estland	EE	0	186	0	86	221	493	-108	+108	-108	Dep < 0, Dep auf Null gesetzt, MBA auf Null gesetzt, Verbr reduziert
1	Griechenland	EL	480	250	1322	1415	1947	5415	1572	-250	+250	Dep > 0 innerhalb des Ziels, Verbr-Kapazitäten werden von Dep abgezogen
1	Kroatien	HR	157	0	461	344	685	1647	499	-38	+38	Dep > 0 über dem Zielwert, Dep auf Zielwert reduziert und zum MBA hinzugefügt
1	Zypern	CY	194	0	11	141	197	543	11	0	0	Dep > 0 innerhalb des Ziels, nichts getan
1	Lettland	LV	113	0	184	187	300	784	184	0	0	Dep > 0 innerhalb des Ziels, nichts getan
1	Litauen	LT	440	0	50	337	431	1257	50	0	0	Dep > 0 innerhalb des Ziels, nichts getan
1	Ungarn	HU	1063	358	0	945	1351	3717	-1419	+1419	-1419	Dep < 0, Dep auf Null gesetzt, MBA reduziert
1	Malta	MT	79	0	33	84	95	292	33	0	0	Dep > 0 innerhalb des Ziels, nichts getan
1	Polen	PL	4140	432	0	3214	4052	11838	-3093	+3093	-3093	Dep < 0, Dep auf Null gesetzt, MBA reduziert
1	Rumänien	RO	336	250	1479	1778	1438	5281	1838	-359	+359	Dep > 0 über dem Zielwert, Verbr Kapazität. wird von Dep abgezogen, Dep weiter reduziert, zum MBA addiert
1	Slowakei	SK	36	144	541	361	852	1935	580	-39	+39	Dep > 0 über Zielwert, Dep auf Zielwert reduziert und zu Verbr addiert
2	Tschechische Republik	CZ	402	743	0	894	1553	3592	540	-540	+540	Dep > 0, auf Null gesetzt und zu gleichen Teilen zu MBA und Verbr addiert
2	Dänemark	DK	0	1507	0	1363	1548	4418	-753	+753	-753	Dep < 0, Dep auf Null gesetzt, Verbr reduziert
2	Irland	IE	336	550	0	654	1108	2647	214	-214	+214	Dep > 0, auf Null gesetzt und zu gleichen Teilen zu MBA und Verbr addiert
2	Spanien	ES	5302	2025	0	6777	7848	21951	-6511	+6511	-6511	Dep < 0, Dep auf Null gesetzt, MBA reduziert
2	Frankreich	FR	1133	10355	0	10256	11843	33587	-1560	+1560	-1560	Dep < 0, Dep auf Null gesetzt, Verbr & MBA proportional reduziert
2	Portugal	PT	1067	607	0	1693	1620	4987	-1084	+1084	-1084	Dep < 0, Dep auf Null gesetzt, Verbr & MBA proportional reduziert
2	Finnland	FI	128	767	0	767	1022	2684	-491	+491	-491	Dep < 0, Dep auf Null gesetzt, Verbr & MBA proportional reduziert
2	Schweden	SE	0	1461	0	1176	1737	4374	-821	+821	-821	Dep < 0, Dep auf Null gesetzt, Verbr reduziert
3	Belgien	BE	124	1355	0	1111	1872	4463	-440	+440	-440	DEP < 0, Dep auf Null gesetzt, Verbr & MBA proportional reduziert
3	Italien	IT	5726	3765	0	7897	11646	29034	-3827	+3827	-3827	DEP < 0, Dep auf Null gesetzt, MBA reduziert
3	Luxemburg	LU	24	97	0	106	124	351	-18	+18	-18	DEP < 0, Dep auf Null gesetzt, Verbr reduziert
3	Niederlande	NL	247	2638	0	2870	2797	8551	-1083	+1083	-1083	DEP < 0, Dep auf Null gesetzt, Verbr & MBA proportional reduziert
3	Österreich	AT	459	1191	0	1678	1540	4868	-19	+19	-19	DEP < 0, Dep auf Null gesetzt, Verbr & MBA proportional reduziert
3	Slowenien	SI	314	0	0	182	458	955	-44	+44	-44	DEP < 0, Dep auf Null gesetzt, MBA reduziert

A.4.2 EU-Leitszenarien (SiAbf 2030 LS)

Dieser Anhang enthält die Daten zum Abfallaufkommen und zur Abfallbehandlung für die Leitzenarien von Cluster 1, Cluster 2 und der EU27 (ohne DE), alle in den Formaten des EEA-Modells. Darüber hinaus wird das Leitszenario für Deutschland aus dem deutschen Bericht übernommen, und zwar in den Formaten, die im Haupttext (Kapitel 5.4.1) beschrieben sind. Die folgenden Maßnahmen wurden ergriffen, um die Formate des EEA-Modells an die Formate des Haupttextes anzupassen (Tabelle 47 bis Tabelle 49) und zu einem Format zu gelangen, das es erlaubt, die europäischen Daten für die EU27 (ohne DE) mit den deutschen Daten zusammenzuführen:

- MBA 1 bis MBA 4 wurden zu MBA zusammengefasst.
- MBA 5 wurde als "Mischbfallsortierung" angezeigt.
- "Offene Kompostierung" und "Geschlossene Kompostierung" wurden als „Kompostierung“ zusammengefasst.
- Die "Biotonne" aus den deutschen Daten wird in den europäischen Daten zu "andere Bioabfälle" hinzugefügt.

Nach diesen Anpassungen sind die Daten aus Tabelle 140 und Tabelle 141 zusammengeführt, um Tabelle 49 zu erhalten.

Tabelle 138: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 1, Leitszenario (SiAbf CL1 2030 LS), in den Formaten des EEA-Modells

Abfallstrom	2017 in 1.000 Mg	2030 in 1.000 Mg	Abweichung in %
Restmüll	**26.861**	**13.849**	**-48 %**
Deponie	13.495	4.268	-68 %
Verbrennung	1.220	1.853	52 %
MBA	12.145	7.729	-36 %
Organikabfälle	**2.388**	**9.598**	**302 %**
Lebensmittelreste	659	5.773	777 %
Grünabfälle	1.660	3.755	126 %
Andere Bioabfälle	69	69	0 %
Trockene Wertstoffe	**5.737**	**11.539**	**101 %**
PPK	2.711	4.824	78 %
Glas	1.245	2.461	98 %
Holz	96	351	266 %
Metall	605	1.204	99 %
Kunststoff	1.081	2.699	150 %
Gesamtes Aufkommen an Siedlungsabfällen	**34.986**	**34.986**	**0 %**
MBAs	**12.145**	**7.729**	**-36 %**
MBA 1 - Biostabilisierung	4.537	454	-90 %

Abfallstrom	2017 in 1.000 Mg	2030 in 1.000 Mg	Abweichung in %
MBA 2 - Biologische Trocknung ohne Kunststoffrecycling	965	965	0 %
MBA 3 - Biologische Trocknung mit Kunststoffrecycling	851	851	0 %
MBA 4 - Vergärung	2.552	2.219	-13 %
MBA 5 - Sortierung + Energieerzeugung	3.240	3.240	0 %
Organikabfälle	**2.388**	**9.598**	**302 %**
Lebensmittelreste - Soldatenfliegenlarve		115	-
Lebensmittelreste – offene Kompostierung	473	366	-23 %
Lebensmittelreste - Geschlossene Kompostierung	115	2.140	1768 %
Lebensmittelreste - Vergärung	71	3.152	4310 %
Grünabfälle - Offene Kompostierung	1.332	1.464	10 %
Grünabfälle - Geschlossene Kompostierung	258	2.140	730 %
Grünabfälle - Vergärung	70	150	116 %
Andere Bioabfälle - Offene Kompostierung	65	65	0 %
Andere Bioabfälle - Geschlossene Kompostierung	3	3	0 %
Andere Bioabfälle - Vergärung	2	2	0 %
Holz	**96**	**351**	**266 %**
Holz - Recycling	96	351	266 %
Holz - Pyrolyse	0	0	-

Tabelle 139: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 2, Leitszenario (SiAbf CL2 2030 LS), in den Formaten des EEA-Modells

Abfallstrom	2017 in 1.000 Mg	2030 in 1.000 Mg	Abweichung in %
Restmüll	**52,220**	**26,383**	**-49 %**
Deponie	15.373	0	-100 %
Verbrennung	21,491	18,015	-16 %
MBA	15,357	8,367	-46 %

Abfallstrom	2017 in 1.000 Mg	2030 in 1.000 Mg	Abweichung in %
Organikabfälle	**9,639**	**23,581**	**145 %**
Lebensmittelreste	2,519	13,800	448 %
Grünabfälle	7,088	9,748	38 %
andere Bioabfälle	32	32	0 %
Trockene Wertstoffe	**15,852**	**27,749**	**75 %**
PPK	5,654	10,089	78 %
Glas	5,293	7,432	40 %
Holz	392	1.318	236 %
Metall	2.136	3.475	63 %
Kunststoff	2.377	5.435	129 %
Gesamtes Aufkommen an festen Siedlungsabfällen	**77.712**	**77.712**	**0 %**
MBAs	**15.357**	**8.367**	**-46 %**
MBA 1 - Biostabilisierung	8.501	0	-100 %
MBA 2 - Biologische Trocknung ohne Kunststoffrecycling	0	0	-
MBA 3 - Biologische Trocknung mit Kunststoffrecycling	1.374	1.677	22 %
MBA 4 - Vergärung	5.111	6.238	22 %
MBA 5 - Sortierung + Energieerzeugung	371	452	22 %
Organikabfälle	**9.639**	**23.581**	**145 %**
Lebensmittelreste - Soldatenfliegenlarve	0	276	-
Lebensmittelreste – offene Kompostierung	430	276	-36 %
Lebensmittelreste - Geschlossene Kompostierung	1.264	3.864	206 %
Lebensmittelreste - Vergärung	825	9.384	1038 %
Grünabfälle - Offene Kompostierung	1.225	1.684	38 %
Grünabfälle - Geschlossene Kompostierung	5.697	7.836	38 %
Grünabfälle - Vergärung	166	228	38 %
Andere Bioabfälle - Offene Kompostierung	5	5	0 %

Abfallstrom	2017 in 1.000 Mg	2030 in 1.000 Mg	Abweichung in %
Andere Bioabfälle - Geschlossene Kompostierung	17	17	0 %
Andere Bioabfälle - Vergärung	10	10	0 %
Holz	**392**	**1.318**	**236 %**
Holz - Recycling	392	1.252	219 %
Holz - Pyrolyse	0	66	-

Tabelle 140: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, EU27 ohne Deutschland, Leitszenario (SiAbf EU27 (ohne DE) 2030 LS), in den Formaten des EEA-Modells

Abfallstrom	2017 in 1.000 Mg	2030 in 1.000 Mg	Abweichung in %
	1.000 Mg	1.000 Mg	%
Restmüll	**101.280**	**56.171**	**-45 %**
Deponie	29.698	4.268	-86 %
Verbrennung	33.163	28.914	-13 %
MBA	38.420	22.989	-40 %
Organikabfälle	**23.526**	**47.023**	**100 %**
Lebensmittelreste	7.886	25.489	223 %
Grünabfälle	14.062	19.955	42 %
andere Bioabfälle	1.578	1.578	0 %
Trockene Wertstoffe	**35.323**	**56.935**	**61 %**
PPKr	14.906	23.190	56 %
Glas	9.391	13.394	43 %
Holz	2.063	3.430	66 %
Metall	3.523	5.992	70 %
Kunststoff	5.440	10.929	101 %
Gesamtes Aufkommen an festen Siedlungsabfällen	**160.129**	**160.129**	**0 %**
MBAs	**38.420**	**22.989**	**-40 %**
MBA 1 - Biostabilisierung	23.014	2.460	-89 %
MBA 2 - Biologische Trocknung ohne Kunststoffrecycling	1.283	1.283	0 %
MBA 3 - Biologische Trocknung mit Kunststoffrecycling	2.225	2.528	14 %
MBA 4 - Vergärung	8.179	12.234	50 %

Abfallstrom	2017 in 1.000 Mg	2030 in 1.000 Mg	Abweichung in %
MBA 5 - Sortierung + Energieerzeugung	3.719	4.484	21 %
Organikabfälle	**23.526**	**47.023**	**100 %**
Lebensmittelreste - Soldatenfliegenlarve	0	391	-
Lebensmittelreste – offene Kompostierung	1.195	820	-31 %
Lebensmittelreste - Geschlossene Kompostierung	3.840	8.726	127 %
Lebensmittelreste - Vergärung	2.851	15.553	445 %
Grünabfälle - Offene Kompostierung	5.974	4.955	-17 %
Grünabfälle - Geschlossene Kompostierung	7.730	14.493	87 %
Grünabfälle - Vergärung	357	507	42 %
Andere Bioabfälle - Offene Kompostierung	460	460	0 %
Andere Bioabfälle - Geschlossene Kompostierung	573	573	0 %
Andere Bioabfälle - Vergärung	544	544	0 %
Holz	**2.063**	**3.430**	**66 %**
Holz - Recycling	2.063	3.276	59 %
Holz - Pyrolyse	0	154	-

Tabelle 141: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, DE, Leitszenario (SiAbf DE 2030 WFD), aus deutschem Teilbericht

Abfallfraktion	2017 in Tonnen	2030 in Tonnen	Abweichung in %
Restmüll Deponie	5.100	0	-100 %
Restmüll Verbrennung	13.960.376	9.904.331	-29 %
Restmüll MBA	2.970.388	2.107.372	-29 %
Sortierung von "gemischtem Abfall"	3.885.200	2.756.395	-29 %
Biotonne für Abfälle	4.478.900	7.677.593	71 %
davon Kompostierung	2.497.600	2.497.600	0 %
davon Vergärung	1.981.300	5.104.993	158 %
davon HTC		25.000	

Abfallfraktion	2017 in Tonnen	2030 in Tonnen	Abweichung in %
davon Soldatenfliegenlarve		50.000	
Grünabfälle	5.681.500	5.681.500	0 %
davon Kompostierung	4.673.400	4.206.060	-10 %
davon Vergärung	686.050	1.153.390	68 %
davon Biomasseheizkraftwerk	322.050	322.050	0 %
Küchen-/Kantinenabfälle	982.300	982.300	0 %
davon Kompostierung	55.200	0	-100 %
davon Vergärung	927.100	982.300	6 %
PPK	7.789.700	8.641.592	11 %
Glas	2.575.200	3.121.446	21 %
Kunststoffe	1.136.700	2.065.254	82 %
LVP	4.029.700	4.029.700	0 %
Metalle	371.700	606.035	63 %
Holz	1.365.700	1.658.946	21 %
davon Pyrolyse		100.000	
Insgesamt	**49.232.464**	**49.232.464**	**0 %**

Quelle: "Teilbericht Deutschland

A.4.3 EU-Spezialszenarien für Cluster 1 und 2 (2030 SS) und Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate für die EU27 (2030 EK)

Dieser Anhang enthält die Daten zum Abfallaufkommen und zur Abfallbehandlung für die Spezialzenarien von Cluster 1, Cluster 2 und das Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate für die EU27 (ohne DE), alle in den Formaten des EEA-Modells. Darüber hinaus wird das Sezanrio mit Eigenkompostierung in der RC-Rate für Deutschland aus dem deutschen Bericht übernommen, und zwar in den Formaten, die im Haupttext (Kapitel 5.4.2) beschrieben sind. Die folgenden Maßnahmen wurden ergriffen, um die Formate des EEA-Modells an die Formate des Haupttextes anzupassen (Tabelle 54,

Tabelle 59 und Tabelle 60) und zu einem Format zu gelangen, das es erlaubt, die europäischen Daten für EU27 (ohne DE) mit den deutschen Daten zusammenzuführen:

- MBA 1 bis MBA 4 wurden zu MBA zusammengefasst.
- MBA 5 wurde als "Mischbfallsortierung" angezeigt.
- "Offene Kompostierung" und "Geschlossene Kompostierung" wurden als „Kompostierung“ zusammengefasst.

- Die "Biotonne" aus den deutschen Daten wird in den europäischen Daten zu "andere Bioabfälle" hinzugefügt.

Nach diesen Anpassungen sind die Daten aus Tabelle 144 und Tabelle 145 zusammengeführt, um Tabelle 54 zu erhalten.

Tabelle 142: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 1, Spezialszenario (SiAbf CL1 2030 SS), in den Formaten des EEA-Modells

Abfallstrom	2017 in 1.000 Mg	2030 in 1.000 Mg	Abweichung in %
Restmüll	**26.861**	**13.976**	**-48 %**
Deponie	13.495	3.657	-73 %
Verbrennung	1.220	3.695	203 %
MBA	12.145	6.624	-45 %
Organikabfälle	**2.388**	**8.645**	**262 %**
Lebensmittelreste	659	5.196	689 %
Grünabfälle	1.660	3.379	104 %
Andere Bioabfälle	69	69	0 %
Trockene Wertstoffe	**5.737**	**10.385**	**81 %**
PPK	2.711	4.341	60 %
Glas	1.245	2.215	78 %
Holz	96	316	229 %
Metall	605	1.084	79 %
Kunststoff	1.081	2.429	125 %
Asche aus Restmüll - Deponierung	**0**	**1.980**	**-**
Gesamtes Aufkommen an festen Siedlungsabfällen	**34.986**	**34.986**	**0 %**
MBAs	**12.145**	**6.624**	**-45 %**
MBA 1 - Biostabilisierung	4.537	389	-91 %
MBA 2 - Biologische Trocknung ohne Kunststoffrecycling	965	827	-14 %
MBA 3 - Biologische Trocknung mit Kunststoffrecycling	851	729	-14 %
MBA 4 - Vergärung	2.552	1.902	-25 %
MBA 5 - Sortierung + Energieerzeugung	3.240	2.777	-14 %
Organikabfälle	**2.388**	**8.645**	**262 %**

Abfallstrom	2017 in 1.000 Mg	2030 in 1.000 Mg	Abweichung in %
Lebensmittelreste - Soldatenfliegenlarve		104	-
Lebensmittelreste – offene Kompostierung	473	329	-30 %
Lebensmittelreste - Geschlossene Kompostierung	115	1.926	1581 %
Lebensmittelreste - Vergärung	71	2.836	3869 %
Grünabfälle - Offene Kompostierung	1.332	1.318	-1 %
Grünabfälle - Geschlossene Kompostierung	258	1.926	647 %
Grünabfälle - Vergärung	70	135	94 %
Andere Bioabfälle - Offene Kompostierung	65	65	0 %
Andere Bioabfälle - Geschlossene Kompostierung	3	3	0 %
Andere Bioabfälle - Vergärung	2	2	0 %
Holz	**96**	**316**	**229 %**
Holz - Recycling	96	316	229 %
Holz - Pyrolyse	0	0	-

Tabelle 143: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, Cluster 2, Spezialszenario (SIABF CL2 2030 SS), in den Formaten des EEA-Modells

Abfallstrom	2017 in 1.000 Mg	2030 in 1.000 Mg	Abweichung in %
Restmüll	**52.220**	**31.512**	**-40 %**
Deponie	15.373	8.817	-43 %
Verbrennung	21.491	15.497	-28 %
MBA	15.357	7.198	-53 %
Organikabfälle	**9.639**	**21.226**	**120 %**
Lebensmittelreste	2.519	12.420	393 %
Grünabfälle	7.088	8.773	24 %
Andere Bioabfälle	32	32	0 %
Trockene Wertstoffe	**15.852**	**24.974**	**58 %**
PPK	5.654	9.080	61 %
Glas	5.293	6.689	26 %

Abfallstrom	2017 in 1.000 Mg	2030 in 1.000 Mg	Abweichung in %
Holz	392	1.186	202 %
Metall	2.136	3.127	46 %
Kunststoff	2.377	4.892	106 %
Gesamtes Aufkommen an festen Siedlungsabfällen	**77.712**	**77.712**	**0 %**
MBAs	**15.357**	**7.198**	**-53 %**
MBA 1 - Biostabilisierung	8.501	0	-100 %
MBA 2 - Biologische Trocknung ohne Kunststoffrecycling	0	0	-
MBA 3 - Biologische Trocknung mit Kunststoffrecycling	1.374	1.442	5 %
MBA 4 - Vergärung	5.111	5.366	5 %
MBA 5 - Sortierung + Energieerzeugung	371	389	5 %
Organikabfälle	**9.639**	**21.226**	**120 %**
Lebensmittelreste - Soldatenfliegenlarve	0	248	-
Lebensmittelreste – offene Kompostierung	430	248	-42 %
Lebensmittelreste - Geschlossene Kompostierung	1.264	3.478	175 %
Lebensmittelreste - Vergärung	825	8.446	924 %
Grünabfälle - Offene Kompostierung	1.225	1.516	24 %
Grünabfälle - Geschlossene Kompostierung	5.697	7.052	24 %
Grünabfälle - Vergärung	166	205	24 %
Andere Bioabfälle - Offene Kompostierung	5	5	0 %
Andere Bioabfälle - Geschlossene Kompostierung	17	17	0 %
Andere Bioabfälle - Vergärung	10	10	0 %
Holz	**392**	**1.186**	**202 %**
Holz - Recycling	392	1.127	187 %
Holz - Pyrolyse	0	59	-

Tabelle 144: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, EU27 (ohne DE), Szenario mit Eigenkompostierung (SiAbf EU27 (ohne DE), 2030 EK), in den Formaten des EEA-Modells

Abfallstrom	2017 in 1.000 Mg	2030 in 1.000 Mg	Abweichung in %
Restmüll	**101.280**	**70.912**	**-30 %**
Deponie	29.698	5.388	-82 %
Verbrennung	33.163	36.502	10 %
MBA	38.420	29.023	-24 %
Organikabfälle	**23.526**	**40.355**	**72 %**
Lebensmittelreste	7.886	21.749	176 %
Grünabfälle	14.062	17.027	21 %
andere Bioabfälle	1.578	1.578	0 %
Trockene Wertstoffe	**35.323**	**48.862**	**38 %**
PPK	14.906	19.902	34 %
Glas	9.391	11.495	22 %
Holz	2.063	2.943	43 %
Metall	3.523	5.142	46 %
Kunststoff	5.440	9.379	72 %
Eigenkompostierung	**32.294**	**32.294**	**0 %**
Gesamtes Aufkommen an festen Siedlungsabfällen	**192.424**	**192.424**	**0 %**
MBAs	**38.420**	**29.023**	**-24 %**
MBA 1 - Biostabilisierung	23.014	3.106	-87 %
MBA 2 - Biologische Trocknung ohne Kunststoffrecycling	1.283	1.620	26 %
MBA 3 - Biologische Trocknung mit Kunststoffrecycling	2.225	3.191	43 %
MBA 4 - Vergärung	8.179	15.444	89 %
MBA 5 - Sortierung + Energieerzeugung	3.719	5.661	52 %
Organikabfälle	**23.526**	**40.355**	**72 %**
Lebensmittelreste - Soldatenfliegenlarve	0	334	-
Lebensmittelreste – offene Kompostierung	1.195	699	-41 %

Abfallstrom	2017 in 1.000 Mg	2030 in 1.000 Mg	Abweichung in %
Lebensmittelreste - Geschlossene Kompostierung	3.840	7.445	94 %
Lebensmittelreste - Vergärung	2.851	13.271	365 %
Grünabfälle - Offene Kompostierung	5.974	4.228	-29 %
Grünabfälle - Geschlossene Kompostierung	7.730	12.366	60 %
Grünabfälle - Vergärung	357	433	21 %
Andere Bioabfälle - Offene Kompostierung	460	460	0 %
Andere Bioabfälle - Geschlossene Kompostierung	573	573	0 %
Andere Bioabfälle - Vergärung	544	544	0 %
Holz	**2.063**	**2.943**	**43 %**
Holz - Recycling	2.063	2.811	36 %
Holz - Pyrolyse	0	132	-

Tabelle 145: Aufkommen und Erstbehandlung 2017 und 2030, DE, Szenario mit Eigenkompostierung (SiAbf DE 2030 EK), aus deutschem Bericht

Abfallfraktion	2017 in Tonnen	2030 in Tonnen	Abweichung in %
Restmüll Deponie	5.100	0	-100 %
Restmüll Verbrennung	13.960.376	12.128.375	-13 %
Restmüll MBA	2.970.388	2.580.588	-13 %
Sortierung von "gemischtem Abfall"	3.885.200	3.375.351	-13 %
Biotonne für Abfälle	4.478.900	5.990.590	34 %
davon Kompostierung	2.497.600	2.497.600	0 %
davon Vergärung	1.981.300	3.417.990	73 %
davon HTC		25.000	
davon Soldatenfliegenlarve		50.000	
Grünabfälle	5.681.500	5.681.500	0 %
davon Kompostierung	4.673.400	4.206.060	-10 %
davon Vergärung	686.050	1.153.390	68 %
davon Biomasseheizkraftwerk	322.050	322.050	0 %
Küchen-/Kantinenabfälle	982.300	982.300	0 %

Abfallfraktion	2017 in Tonnen	2030 in Tonnen	Abweichung in %
davon Kompostierung	55.200	0	-100 %
davon Vergärung	927.100	982.300	6 %
PPK	7.789.700	8.165.876	5 %
Glas	2.575.200	2.825.228	11 %
Kunststoffe	1.136.700	1.555.371	37 %
LVP	4.029.700	4.029.700	0 %
Metalle	371.700	478.574	29 %
Holz	1.365.700	1.439.012	5 %
davon Pyrolyse		100.000	
Eigenkompostierung	7.900.000	7.900.000	0 %
Insgesamt	**57.132.464**	**57.132.464**	**0 %**

Quelle: "Teilbericht Deutschland

A.5 Lebensmittelabfälle: Erläuternde Informationen

Tabelle 146: EAK-Stat-Schlüssel und zugeordnete EAV-Einträge, die Lebensmittelabfälle enthalten, sowie geschätzter Anteil der Lebensmittelabfälle nach EAV-Schlüssel

EAK-Stat Schlüssel		Zugewiesene Einträge im Europäischen Abfallverzeichnis (EAV)		Geschätzter Anteil der Lebensmittelabfälle (Gewichtsprozent)
Code	Beschreibung	Code	Beschreibung	
W091	Tierische und gemischte Nahrungsmittel abfälle	02 01 02	Abfälle aus tierischem Gewebe	67 %
		02 02 01	Schlämme von Wasch- und Reinigungsvorgängen	31 %
		02 02 02	Abfälle aus tierischem Gewebe	100 %
		02 02 03	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	55 %
		02 03 02	Abfälle von Konservierungsstoffen	0 %
		02 05 01	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	100 %
		02 06 02	Abfälle von Konservierungsstoffen	0 %
		19 08 09	Fett- und Ölmischungen aus Ölabscheidern, die ausschließlich Speiseöle und -fette enthalten	100 %
		20 01 08	biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle	100 %
		20 01 25	Speiseöl und -fette	100 %
W092	Pflanzliche Abfälle	02 01 01	Schlämme von Wasch- und Reinigungsvorgängen	0 %
		02 01 03	Abfälle aus pflanzlichem Gewebe	13 %
		02 01 07	Abfälle aus der Forstwirtschaft	0 %
		02 03 01	Schlämme aus Wasch-, Reinigungs-, Schäl-, Zentrifugier- und Abtrennprozessen	61 %
		02 03 03	Abfälle aus der Extraktion mit Lösemitteln	49 %
		02 03 04	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	67 %
		02 06 01	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	100 %
		02 07 01	Abfälle aus der Wäsche, Reinigung und mechanischen Zerkleinerung des Rohmaterials	25 %
		02 07 02	Abfälle aus der Alkoholdestillation	38 %
		02 07 04	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	83 %
		20 02 01	kompostierbare Abfälle	13 %
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle	20 03 01	gemischte Siedlungsabfälle	Länderspezifische Anteile von Lebensmittelabfäl-len auf der Grundlage des EEA-Modells
		20 03 02	Marktabfälle	
		20 03 03	Straßenkehricht	
		20 03 07	Sperrmüll	
		20 03 99	Siedlungsabfälle, anderweitig nicht genannt	

A.6 P&G-Abfall: Methodische Beschreibungen und Datentabellen

A.6.1 Schätzung des Aufkommens an Produktions- und Gewerbeabfällen für das Basisjahr 2018

Tabelle 147: P&G-Abfallaufkommen: Hochgerechnete Basisdaten für die EU27 (ohne DE), 2017, und Darstellung des Untersuchungsrahmens, in 1.000 Mg

EAK-Stat	NACE	A	B	C	D	E36, E37, E39	E38	F	G-U (ohne 46.77)	G46.77	EP_HH	TOTAL_HH
Code	Beschreibung	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	Bergbau und Steinbrüche	Herstellung	Versorgung mit Elektrizität, Gas, Dampf und Klimaanlagen	Wassergewinnung, -aufbereitung und -versorgung; Abwasserentsorgung	Sammlung, Behandlung, Entsorgung von Abfällen; Rückgewinnung von Materialien	Bauwesen	Dienstleistungen (außer Großhandel mit Abfällen und Schrott)	Großhandel mit Abfällen und Schrott	Haushalte	Abfall insgesamt
W012	Säuren, Laugen oder Salze	12	28	2.395	3	39	31	0	12	0	0	2.520
W02A	Chemische Abfälle	6	1	3.300	89	35	65	10	80	3	11	3.601
W032	Schlämme von Industrieabwässern	13	551	4.757	272	1.083	1.467	121	453	8	6	8.730
W05	Krankenhausabfälle	5	0	8	0	0	7	1	340	0	0	360
W06	Metallabfälle	92	295	23.080	370	136	15.338	10.059	9.328	5.276	2.025	65.999
W071	Glasabfälle	9	0	1.800	4	51	2.262	478	959	88	6.859	12.510
W072	Papier- und Pappeabfälle	50	7	7.825	34	68	4.649	625	9.532	496	9.697	32.984
W073	Gummiabfälle	65	7	159	1	2	297	25	1.365	22	220	2.162
W074	Kunststoffabfälle	353	15	3.492	18	62	3.643	894	1.354	268	2.938	13.037
W075	Holzabfälle	139	39	17.082	214	79	3.843	4.667	2.172	150	3.291	31.675
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle (ohne Gülle und Mist)	4.528	2	20.012	71	118	3.470	1.497	8.778	5	18.818	57.299
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle	200	21	1.928	58	164	641	1.513	16.181	27	90.833	111.566
W102	Gemischte und undifferenzierte Materialien	955	404	12.897	940	1.071	5.107	3.031	3.353	97	2.434	30.288
W11	Allgemeine Schlämme	174	19	3.767	72	9.622	586	147	563	1	106	15.058
W121	Mineralische Bau- und Abbruchabfälle	283	372	3.210	695	1.631	2.869	167.907	2.481	183	2.630	182.261
W124	Verbrennungsrückstände	25	60	28.413	55.121	151	3.666	203	1.053	6	5	88.702
W12B	Andere mineralische Abfälle	7	615.152	33.992	420	1.392	2.254	935	1.734	104	3.116	659.106
Insgesamt		6.915	616.971	168.117	58.381	15.706	50.196	192.113	59.738	6.733	142.988	1.317.859

Produktions- und Gewerbeabfälle

Mögliche Überschneidung von Produktions- und Gewerbeabfällen mit Siedlungsabfällen

A.6.2 Abgrenzung zwischen P&G-Abfall und Siedlungsabfall

Tabelle 147 zeigt die hochgerechneten WStatR-Daten zum Aufkommen für die EU27 (ohne DE) für das Berichtsjahr 2017 nach Wirtschaftszweigen und nach EAK-Stat-Kategorien. Die Tabelle zeigt alle Wirtschaftszweige plus den Sektor Haushalte, sowie diejenigen EAK-Stat-Kategorien, die Gegenstand dieser Studie sind.

Die Zellen der Erzeugungsmatrix, die für die Zwecke dieser Studie als P&G-Abfälle definiert sind, sind blau schattiert. Die dunkelblaue Schattierung kennzeichnet die Abfälle, die vollständig dem P&G-Abfallstrom zugeordnet werden. Die hellblaue Schattierung kennzeichnet jene Abfälle, die teilweise oder vollständig als Siedlungsabfälle gesammelt werden können. Alle Abfälle, die zusammen mit Abfällen aus Haushalten als Siedlungsabfälle gesammelt werden, werden den Siedlungsabfällen zugeordnet und von den Produktions- und Gewerbeabfällen abgezogen, um Doppelzählungen zu vermeiden.

Die Abgrenzung zwischen Siedlungsabfällen und P&G-Abfällen ist in Tabelle 148 dargestellt. Ziel der Abgrenzung ist es, festzustellen, wie viel der Siedlungsabfälle aus gewerblichen Quellen stammt und von den P&G-Abfällen abgezogen werden muss. Zu diesem Zweck muss geschätzt werden, unter welchen Sektoren der WStatR-Matrix die Siedlungsabfälle ausgewiesen werden. Die Zuordnung basiert auf der Annahme, dass Abfälle, die ähnlich wie Abfälle aus Haushalten sind und zusammen mit diesen behandelt werden, hauptsächlich im Dienstleistungssektor anfallen. Daher werden die vom Dienstleistungssektor erzeugten Abfälle auf die Abfallströme P&G-Abfälleund Hausmüll aufgeteilt. Die sektorale Aufteilung erfolgt auf der Ebene der EAK-Stat-Kategorien wie folgt:

- Abfälle, die in den WStatR-Daten unter dem Sektor "Haushalte" aufgeführt sind, werden im Allgemeinen als Teil der Siedlungsabfälle betrachtet.
- Es wird davon ausgegangen, dass die Mengen an Siedlungsabfällen, die über die unter dem Sektor "Haushalte" angegebenen Mengen hinausgehen, aus dem Dienstleistungssektor stammen.
- Für einige EAK-Stat-Kategorien übersteigen die Siedlungsabfallmengen die Summe der unter den Sektoren "Haushalte" und "Dienstleistungen" gemeldeten Abfälle. Es wird davon ausgegangen, dass die überschüssigen Mengen aus der NACE-Abteilung E38 (Sammlung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen; stoffliche Verwertung) stammen und zum Beispiel Abfälle darstellen, die aus gemischten Abfallströmen (gemischte Sammlung von Verpackungsabfällen, gemischte Siedlungsabfälle) getrennt wurden.

Dieser Ansatz führt zu den folgenden Ergebnissen:

- Glasabfälle (W071) und Kunststoffabfälle (W074) aus dem Dienstleistungssektor werden vollständig als Teil der Siedlungsabfälle gesammelt und behandelt.
- Metallabfälle (W06), Papierabfälle (W072), organische Abfälle (W091, W092) und gemischte Siedlungsabfälle (W101) aus dem Dienstleistungssektor werden zum Teil als Siedlungsabfälle und zum Teil außerhalb des Systems der Siedlungsabfälle entsorgt.
- Andere Abfälle aus dem Dienstleistungssektor wie Holzabfälle (W075), Inertabfälle (W12B) und gemischte und undifferenzierte Abfälle (W102) werden außerhalb außerhalb des Systems der Siedlungsabfälle entsorgt.

Insgesamt wird die Menge der Abfälle aus dem Dienstleistungssektor, die als Teil der Siedlungsabfälle entsorgt werden, auf 23,7 Mio. Mg geschätzt, die entsprechend von den P&G-Abfällen abgezogen werden.

Tabelle 148 Abgrenzung zwischen Produktions- und Gewerbeabfällen und Siedlungsabfällen, in 1.000 Mg und in Gewichtsprozent

EAK-Stat		Abfälle aus "Dienstleistungen" (NACE G-U, ohne 46.77), in 1 000 Mg			Abfälle aus "Dienstleistungen" (NACE G-U, ohne 46.77), in %		
Code	Beschreibung	Insgesamt	Davon abgedeckt durch:		Insgesamt	Davon abgedeckt durch:	
			P&G-Abfall	SiAbf		P&G-Abfall	SiAbf
W06	Metallabfälle	9.328	7.829	1.498	100 %	84 %	16 %
W071	Glasabfälle	959	0	959	100 %	0 %	100 %
W072	Papier und Pappeabfälle	9.532	4.323	5.209	100 %	45 %	55 %
W074	Kunststoffabfälle	1.354	0	1.354	100 %	0 %	100 %
W075	Holzabfälle	2.172	2.172	0	100 %	100 %	0 %
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle	8.778	4.069	4.708	100 %	46 %	54 %
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle	16.181	6.232	9.948	100 %	39 %	61 %
W102	Gemischte und undifferenzierte Materialien	3.353	3.353	0	100 %	100 %	0 %
W12B	Andere mineralische Abfälle	1.734	1.734	0	100 %	100 %	0 %
Summe		**53.391**	**29.714**	**23.678**	**100 %**	**56 %**	**44 %**

A.6.3 Verhältnis zwischen den Daten zu Abfallaufkommen und -behandlung nach EAK-Stat-Kategorie

Wie in Kapitel 7.1.1 angegeben, entsprechen die behandelten Abfallmengen nicht der erzeugten Menge. Tabelle 149 zeigt das gesamte Abfallaufkommen und die gesamte Abfallbehandlung, einschließlich der Abfälle aus allen Wirtschaftszweigen und Haushalten, in der EU27 (ohne DE) für das Berichtsjahr 2016, sowie das sich daraus ergebende Verhältnis zwischen Behandlung und Aufkommen. Mit Ausnahme der EAK-Stat-Kategorie "Sonstige mineralische Abfälle" (W12B), bei der sich Aufkommen und Behandlung die Waage halten, sind die behandelten Mengen im Allgemeinen geringer als die erzeugten Mengen. Die Verhältnisse liegen meist zwischen 80 % und 90 %, sind aber bei "Chemischen Abfällen" (W02A) (31 %), "Schlämmen von Industrieabwässern" (W032) (42 %), "Gewöhnlichen Schlämmen" (W11) (60 %) und "Krankenhausabfällen" (W05) niedrig. Die Gründe für die Ungleichgewichte werden im Folgenden erörtert, um abzuschätzen, ob sich die Ungleichgewichte negativ auf die Schätzung der behandelten Mengen auswirken könnten:

- Einfuhren/Ausfuhren von Abfällen:
  Die WStatR-Behandlungsdaten spiegeln die Menge der Abfälle wider, die in den EU-Ländern behandelt werden. Die Daten enthalten importierte Abfälle und erfassen nicht die zur Behandlung exportierten Abfälle. Dies wirkt sich insbesondere auf die Bilanz von Wertstoffen aus, die international gehandelt werden und bei denen die EU ein Nettoexporteur ist. Dies ist zum Beispiel bei Metall-, Papier- und Gummiabfällen (Altreifen) der Fall. Laut internationalen Handelsstatistiken beliefen sich die Nettoausfuhren dieser Abfälle im Jahr 2016 auf 7,2 Millionen Tonnen (Metalle), 4,9 Millionen Tonnen (Papier) und 0,27 Millionen Tonnen (Gummi), was den Unterschieden zwischen den erzeugten und behandelten Mengen dieser Materialien entspricht. Für Kunststoffabfälle verzeichnet die Handelsstatistik Nettoausfuhren von 1,1 Mio. Mg, was nur einen Teil der Differenz erklärt. Wenn man davon ausgeht, dass die exportierten Abfälle im Ausland auf die gleiche Weise behandelt werden wie in der EU, dürften sich die Ungleichgewichte nicht negativ auf die Schätzung auswirken.

- Änderung der EAK-Stat-Kategorie durch (Vor-)Behandlung:
  Die Abfallbehandlung verändert den Charakter des behandelten Materials. Die Behandlungsergebnisse können daher unter einer anderen EAK-Stat-Kategorie als der erzeugte Primärabfall gemeldet werden. Dies kann die Unterschiede zwischen Aufkommen und Behandlung bei „Hausmüll und ähnlichen Abfällen" (W101) oder bei „Gemischten und undifferenzierten Materialien" (W102) erklären, die einer mechanischen Behandlung oder Sortierung unterzogen werden. Die Ergebnisse solcher Verfahren können z. B. unter der EAK-Stat-Kategorie "Sortierrückstände" (W103) oder unter den verwertbaren Fraktionen (z. B. Metalle) gemeldet werden, wenn sie aus dem gemischten Abfall aussortiert wurden. Dieses Phänomen könnte zu einer Verzerrung in Bezug auf die Behandlung führen, aber es wird angenommen, dass die Auswirkungen begrenzt sind.

- Material- und Wasserverluste während der (Vor-)Behandlung:
  Es wird angenommen, dass die Unterschiede zwischen Aufkommen und Behandlung bei den Abfallkategorien "Gewöhnliche Schlämme" (W11), "Schlämme von Industrieabwässern" (032) und "Chemische Abfälle" (W02A) zu einem erheblichen Teil auf Wasserverluste während der Behandlung zurückzuführen sind. Gemäß den WStatR sollten die Abfallkategorien W11 und W032 in Trockengewicht angegeben werden, wodurch die

Auswirkungen der Entwässerung eliminiert werden sollten. Allerdings sind nicht alle Länder in der Lage, Daten über Schlämme in Trockengewicht zu liefern. Wenn diese Annahme richtig ist, würde sich das Ungleichgewicht nicht auf den Behandlungsmix auswirken.

In Ermangelung spezifischerer Daten wird der WStatR-basierte Behandlungsmix trotz der beobachteten Ungleichgewichte als geeignete Grundlage für die Schätzung der behandelten Mengen angesehen.

Tabelle 149: Verhältnis zwischen Abfallbehandlung und Abfallaufkommen nach EAK-Stat-Schlüssel in der EU27 (ohne DE) im Jahr 2016

EAK-Stat		Abfallerzeugung insgesamt	Abfallbehandlung insgesamt	Verhältnis Behandlung / Erzeugung
Code	Beschreibung	(1,000 Mg)	(1,000 Mg)	(%)
W012	Beschreibung	2.433	2.170	89 %
W02A	Säuren, Laugen oder Salze	3.869	1.198	31 %
W032	Schlämme von Industrieabwässern	8.517	3.568	42 %
W05	Krankenhausabfälle	367	223	61 %
W06	Metallabfälle	65.649	59.188	90 %
W071	Glasabfälle	12.416	10.843	87 %
W072	Papier- und Pappeabfälle	33.563	27.715	83 %
W073	Gummiabfälle	2.163	1.890	87 %
W074	Kunststoffabfälle	12.292	7.471	61 %
W075	Holzabfälle	35.296	32.976	93 %
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle	56.542	44.804	79 %
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle	114.680	93.669	82 %
W102	Gemischte und undifferenzierte Materialien	31.583	23.913	76 %
W11	Gewöhnliche Schlämme	15.065	9.048	60 %
W124	Verbrennungsrückstände	86.315	77.531	90 %
W12B	Andere mineralische Abfälle	636.656	634.142	100 %
Insgesamt		1.117.405	1.030.350	92 %

A.7 B&A-Abfälle: Methodische Informationen und Datentabellen

A.7.1 Schätzung des Aufkommens an B&A-Abfällen für das Basisjahr 2017

Tabelle 150 zeigt die hochgerechneten WStatR-Aufkommensdaten für die EU27 (ohne DE) für das Bezugsjahr 2017 und veranschaulicht die Abdeckung der B&A-Abfalldaten innerhalb der WStatR-Datenstruktur. Die Zellen der Aufkommensmatrix, die für diese Studie als B&A-Abfälle definiert sind, sind durch eine braune Schattierung gekennzeichnet. Die Schätzung ergibt eine Gesamtmenge an B&A-Abfällen in der EU27 (ohne DE) von 198 Millionen Tonnen für 2017.

Tabelle 150: B&A-Abfallaufkommen: Hochgerechnete Basisdaten für EU27 (ohne DE), 2017, und Darstellung des Untersuchungsrahmens, in Tonnen

EAK-Stat Kategorie	NACE	Verarbeitende Industrie	Bauwesen	Dienstleistungen (außer Großhandel mit Abfällen und Schrott)	Andere Wirtschaftszweige	Haushalte	B&A-Abfall insgesamt	Gesamtabfall aus allen Bereichen
Code	Beschreibung	C	F	G-U (ohne 46.77)	A, B, D, E, G46.77	EP_HH		Gesamt_HH
W012	Säuren, Laugen oder Salze	2.394.860	48	12.194	113.270	24	0	2.520.396
W02A	Chemische Abfälle	3.300.317	9.551	79.795	200.052	11.353	0	3.601.068
W032	Schlämme von Industrieabwässern	4.756.949	120.686	453.419	3.393.255	5.987	0	8.730.296
W05	Krankenhausabfälle	7.958	509	340.129	11.764	119	0	360.479
W06	Metallabfälle	23.080.356	10.059.250	7.829.317	21.506.582	3.523.285	10.059.250	65.998.790
W071	Glasabfälle	1.799.546	478.206	0	840.563	9.391.236	478.206	12.509.551
W072	Papier- und Pappeabfälle	7.825.209	624.533	4.323.391	5.305.126	14.905.733	0	32.983.992
W073	Gummiabfälle	158.503	25.290	1.365.142	393.513	219.849	0	2.162.297
W074	Kunststoffabfälle	3.492.336	893.787	0	3.210.702	5.439.904	893.787	13.036.729
W075	Holzabfälle	17.081.686	4.667.476	2.172.192	5.690.582	2.062.969	4.667.476	31.674.905
W091, W092	Tierische und pflanzliche Abfälle	20.012.385	1.496.657	4.069.478	8.195.094	23.525.811	0	57.299.425
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle	1.927.774	1.513.451	6.232.488	1.110.931	100.781.167	0	111.565.812
W102	Gemischte und undiff. Materialien	12.896.622	3.030.753	3.352.720	8.588.824	2.419.250	0	30.288.169
W11	Gewöhnliche Schlämme	3.767.392	146.859	562.958	10.474.331	106.260	0	15.057.800
W121	Mineralische B&A-Abfälle	3.210.390	167.907.342	2.480.562	6.032.960	2.630.161	182.261.416	182.261.416
W124	Verbrennungsrückstände	28.412.906	203.416	1.052.610	59.028.382	5.014	0	88.702.328
W12B	Andere mineralische Abfälle	33.991.916	935.324	1.734.011	622.419.912	24.385	0	659.105.548
B&A-Abfall insgesamt		**3.210.390**	**184.006.061**	**2.480.562**	**6.032.960**	**2.630.161**	**198.360.135**	
Summe aller Abfallkategorien		**168.117.105**	**192.113.139**	**36.060.405**	**756.515.843**	**165.052.507**		**1.317.859.000**

Von dieser Studie erfasste Bau- und Abbruchabfälle

A.7.2 Schätzung des Asphaltaufkommens und der -behandlung

Die Schätzung des Asphaltaufkommens und der -behandlung in Kapitel 7 für die EU27 (ohne DE) basiert auf Daten der European Asphalt Pavement Association (EAPA). Der Verband veröffentlicht jährliche Statistiken über die Verwendung von Ausbauasphalt in den Ländern seiner Mitgliedsverbände. Tabelle 151 zeigt die EAPA-Daten, die für die Bestimmung des Aufkommens und der Behandlung von Ausbauasphalt in der EU verwendet wurden. Die Schätzung basiert auf Daten für das Berichtsjahr 2017[58] , die für einige Länder durch Daten für 2016[59] ergänzt wurden.

Aus 14 EU-Ländern liegen Daten über das Aufkommen von Ausbauasphalt vor. In Tabelle 152 werden die Mengen nach EAPA mit dem Aufkommen der EAK-Stat-Kategorie "mineralische Bau- und Abbruchabfälle" (W121) gemäß WStatR in Beziehung gesetzt und der Anteil des Ausbau-asphalts an den erzeugten mineralischen Bau- und Abbruchabfällen berechnet. Der durch-schnittliche Anteil von 17,9 % des Ausbauasphalts an den mineralischen Bau- und Abbruch-abfällen wird dann als Schätzwert zur Ermittlung des Asphaltaufkommens in den EU-Ländern verwendet, für die keine Daten vorliegen. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 94 in Kapitel 8.1.2.

Auf Länderebene liegt der Anteil von Asphalt an mineralischen Bau- und Abbruchabfällen zwischen 4 % in Spanien und 87 % in Finnland. Unter der Annahme, dass die Asphaltdaten korrekt sind, deuten die hohen Anteile von Asphalt an W121 in den Ländern Finnland (87 %), Tschechien (72 %) und Schweden (58 %) wahrscheinlich auf eine Unterschätzung der mineralischen Bau- und Abbruchabfälle in den EU-Statistiken hin.

Tabelle 151: Aufkommen und Behandlung von Ausbauasphalt nach Daten von EAPA

Land	Bezugs-jahr	Ausbau-asphalt (in 1.000 Mg)	% des Ausbauasphalt, der folgenden Verwendungen zugeführt wird:					
			Herstellung von Heiß- und Warmasphalt	Halbwarme Mischasphalt-produktion	Kaltrecycling*	Ungebundene Straßen-schichten	Andere bautechnische Anwendungen	Deponierung/ Sonstige Anwendungen / Unbekannt
Österreich	2017	1.650	60	keine Daten	keine Daten	keine Daten	keine Daten	keine Daten
Belgien	2016	1.240	81	keine Daten	keine Daten	keine Daten	keine Daten	keine Daten
Kroatien	2016	80	50	0	50	0	0	0
Tschechische Republik	2017	2.600	14	0	30	20	10	26
Dänemark	2017	1.165	66	0	0	8	0	26
Finnland	2017	1.200	100	0	0	0	0	0
Frankreich	2017	6.400	70	keine Daten	keine Daten	keine Daten	keine Daten	keine Daten
Ungarn	2017	120	95	0	0	0	4	1
Italien	2017	9.000	23	keine Daten	keine Daten	keine Daten	keine Daten	keine Daten
Niederlande	2017	4.500	71	0	11	0	0	18
Slowakei	2017	50	96	0	2	1	1	0
Slowenien	2017	84	24	0	6	10	0	60
Spanien	2017	494	83	0	0	14	0	3
Schweden	2016	1.600	84	6	5	5	0	0

* Kaltrecycling umfasst die Stabilisierung mit Bitumenemulsion, Schaumbitumen und/oder Zement

[58] Asphalt in Zahlen 2017; Quelle: (EAPA 2017)
[59] Asphalt in Zahlen 2016; Quelle: (EAPA 2016)

Vollständige Daten über die Verwertung und Entsorgung von Ausbauasphalt liegen aus 10 Ländern vor. Die verschiedenen Arten der Asphaltbehandlung in den EAPA-Daten werden wie folgt nach den Behandlungskategorien der EU-Abfallstatistik aggregiert:

- Die Herstellung von heißem, warmem und halbwarmem Asphalt, das Kaltrecycling und die Verwendung von Asphalt für ungebundene Straßenschichten werden dem "Recycling" (RCV_R) zugeordnet;
- Andere Anwendungen im Tiefbau werden dem Bereich "Verfüllung" (RCV_B) zugeordnet;
- Die Kategorie Deponie/sonstige Anwendungen/unbekannt wird im Verhältnis 50:50 dem "Recycling" (RCV_R) und der "Deponierung" (DSP_L) zugeordnet.

Die resultierende Behandlungsmischung (siehe eingerahmte Zellen in der unteren Zeile von Tabelle 152) wird als Grundlage für die Schätzung der Asphaltbehandlung in EU-Ländern verwendet, für die keine Asphaltdaten verfügbar sind. Die resultierenden Daten für die EU27 ohne DE sind in Tabelle 96 in Kapitel 8.1.3.

Tabelle 152 Schätzung des Aufkommens und der Behandlung von Ausbauasphalt für Länder, für die keine EAPA-Daten vorliegen

Land	Aufkommen			Behandlung		
	Ausbauasphalt nach EAPA (in 1.000 Mg)	Mineralische Bau- und Abbruchabfälle (W121) gemäß WStatR (in 1.000 Mg)	Anteil des Ausbauasphalts an W121 (Gewichts- %)	Recycling (RVC_R)	Verfüllung (RCV_B)	Deponierung (DSP_L)
Österreich	1.650	10.952	15 %			
Belgien	1.240	19.538	6 %			
Kroatien	80	603	13 %	80	0	0
Tschechische Republik	2.600	3.613	72 %	1.664	260	676
Dänemark	1.165	3.701	31 %	862	0	303
Finnland	1.200	1.379	87 %	1.200	0	0
Frankreich	6.400	57.731	11 %			
Ungarn	120	2.308	5 %	114	5	1
Italien	9.000	34.368	26 %			
Niederlande	4.500	18.224	25 %	3.690	0	810
Slowakei	50	684	7 %	50	1	0
Slowenien	84	631	13 %	34	0	50
Spanien	494	12.079	4 %	479	0	15
Schweden	1.600	2.758	58 %	1.600	0	0
Insgesamt	**30.183**	**168.569**	**17,9 %**	**9.772**	**265**	**1.855**
				90 %	**2 %**	**8 %**

A.8 Struktur der EU-Abfallstatistikdaten (WStatR-Berichtsformate)

Tabelle 153: WStatR-Berichtsformat zum Abfallaufkommen (vereinfacht[60])

EAK-Stat		1	2	3-12	13	14	15	16	17	18	19	20
		A	B	c	D	E36, E37, E39	E38	F	G-U ohne G4677	G4677	EP_HH	TOTAL_HH
Code	EAK-Stat Beschreibung	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	Bergbau und Steinbrüche	Herstellung	Versorgung mit Elektrizität, Gas, Dampf und Klimaanlagen	Wassergewinnung, -aufbereitung und -versorgung; ..	Sammlung, Behandlung, Entsorgung und Rückgewinnung von Abfällen	Bauwesen	Dienstleistungen (außer Großhandel mit Abfällen und Schrott)	Großhandel mit Abfällen und Schrott	Haushalte	**Alle NACE-Aktivitäten plus Haushalte**
W012	Säuren, Laugen oder Salze											
W02A	Chemische Abfälle											
W032	Schlämme von Industrieabwässern											
W033	Schlämme, flüssige Abf. aus der Abfallbehandlung											
W05	Krankenhausabfälle											
W061	Metallische Abfälle, eisenhaltig											
W062	Metallische Abfälle, nicht eisenhaltig											
W063	Metallische Abfälle, gemischt											
W071	Glasabfälle											
W072	Papier- und Pappeabfälle											
W073	Gummiabfälle											
W074	Kunststoffabfälle											
W075	Holzabfälle											
W076	Textilabfälle											
W08A	Ausrangierte Geräte											
W081	Ausrangierte Fahrzeuge											
W0841	Batterien und Akkumulatoren											
W091	Tierische/gemischte Nahrungsmittelabf											
W092	Pflanzliche Abfälle											
W093	Tierische Ausscheidungen, Gülle/Jauche											
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle											
W102	Gemischte und undiff. Materialien											
W103	Sortierrückstände											
W11	Gewöhnliche Schlämme											
W121	Mineralische Bau- und Abbruchabfälle											
W12B	Andere mineralische Abfälle											
W124	Verbrennungsrückstände											
W126	Böden											
W127	Baggergut											
W128_13	Mineralische Abfälle aus der Abfallbehandlung u. stabilisierte Abf.											
GESAMT												

[60] Informationen, die nicht in der Tabelle angezeigt werden: 10 Teilsektoren der NACE-Abteilung C "Verarbeitendes Gewerbe" und 21 EAK-Schlüssel für gefährliche Abfälle

Tabelle 154: WStatR-Berichtsformat zur Abfallbehandlung (vereinfacht) [61]

EAK-Stat		Recycling (R2 - R11, ohne Verfüllung)	Verfüllung	Energeteische Verwertung (R1)	Verbrennung (D10)	Deponierung (D1, D5, D12)	Sonstige Beseitigung (D2-D4, D6, D7)	**Insgesamt Abfallbehandlung**
Code	Beschreibung	RCV_R	RCV_B	RCV_E	DSP_I	DSP_L	DSP_OTH	**TRT**
W012	Säuren, Laugen oder Salze							
W02A	Chemische Abfälle							
W032	Schlämme von Industrieabwässern							
W033	Schlämme und flüssige Abfälle aus der Abfallbehandlung							
W05	Krankenhausabfälle							
W061	Metallische Abfälle, eisenhaltig							
W062	Metallische Abfälle, nicht eisenhaltig							
W063	Metallische Abfälle, eisenhaltig und nicht eisenhaltig gemischt							
W071	Glasabfälle							
W072	Papier- und Pappeabfälle							
W073	Gummiabfälle							
W074	Kunststoffabfälle							
W075	Holzabfälle							
W076	Textilabfälle							
W08A	Ausrangierte Geräte (W08 außer W081, W0841)							
W081	Ausrangierte Fahrzeuge							
W0841	Batterien und Akkumulatoren							
W091	Tierische und gemischte Nahrungsmittelabfälle							
W092	Pflanzliche Abfälle							
W093	Tierische Ausscheidungen, Gülle/Jauche und Stallmist							
W101	Hausmüll und ähnliche Abfälle							
W102	Gemischte und undiff. Materialien							
W103	Sortierrückstände							
W11	Gewöhnliche Schlämme							
W121	Mineralische Bau- und Abbruchabfälle							
W12B	Andere mineralische Abfälle							
W124	Verbrennungsrückstände							
W126	Böden							
W127	Baggergut							
W128_13	Mineralische Abfälle aus der Abfallbehandlung u. stabilisierte Abf.							
GESAMT	**Abfall insgesamt**							

[61] Nicht in der Tabelle angezeigte Informationen: 21 EAK-Schlüssel für gefährliche Abfälle

B Anhang

B.1 Vergleich mit Vorgängerstudien

Die Klimaschutzpotenziale der Siedlungsabfallwirtschaft wurden in zwei Vorgängerstudien untersucht. Die EU27 (mit UK, ohne Kroatien) wurde zuletzt in Dehoust et al. (2010) für das Bilanzjahr 2007 für Siedlungsabfälle umfassender untersucht. Eine überschlägige Berechnung wurde für die EU28 für das Jahr 2012 in Vogt et al. (2015) vorgenommen.

Ein Vergleich der Ergebnisse ist nur auf Basis der spezifischen Ergebnisse möglich. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse für 2012 in einer anderen und weniger umfassenden Systematik angegeben. Statt Ergebnissen pro Abfallfraktion wurden die Ergebnisse pro Behandlungsoption abgeleitet. Für einen Vergleich wurden die Ergebnisse dieser Studie und die Ergebnisse der Vorgängerstudien so weit wie möglich an die unterschiedliche Systematik angepasst:

- Restmüll zur Behandlung → TAB, MBA, MA
- Organische Wertstoffe → Biologische Behandlung
- Trockene Wertstoffe (einschließlich Holz) → Recycling

In den beiden Vorgängerstudien wurde die Behandlungsoption "Restmüllkompostierung", in der THG-Emissionen der Kompostierung von Restmüll und der Kompostanwendung in der Landwirtschaft beschrieben sind, untersucht. Für den Vergleich wurde diese Behandlung nicht "M(B)A" zugeordnet, da die Berechnungssystematik unterschiedlich ist und sich auch zwischen den bisherigen Studien unterscheidet, wie die diversen Nettoergebnisse zeigen. Die Hintergrunddaten für die Berechnung für 2012 sind nicht verfügbar. Darüber hinaus wurden in der Studie für 2012 die Sammlung, der Transport und die Sortierung getrennt ausgewiesen. Die THG-Emissionen aus Sammlung, Transport und Sortierung sind wiederum in den THG-Nettoergebnissen der Abfallfraktionen für 2007 enthalten, während die aktuelle Studie nur die THG-Emissionen aus Transport und Sortierung in den Nettoergebnissen berücksichtigt. Daher sind die spezifischen Ergebnisse für die Behandlung für das Jahr 2012 etwas niedriger als in den anderen Studien. Allerdings sind die THG-Emissionen aus Sammlung, Transport und Sortierung im gesamten Lebenszyklus von geringer Bedeutung.

Tabelle 155: Spezifische THG-Nettoergebnisse je Behandlungsoption - SiAbf - in kg CO_2-Äq/Mg

Abfallfraktion	EU27 2017	EU28 2017	EU28 2012	EU27 2007
	Diese Studie	Diese Studie	Vogt et al. (2015)	Dehoust et al. (2010)
Restmüll zur Behandlung	-24	-29	-4	-100
Biologische Behandlung	-1	7	7	22
Recycling	-549	-575	-1109	-663
Restmüll zur Deponie	929	876	729	1039
Restmüllkompostierung			1644	75
Sammlung, Sortierung, Transport			22	
Gesamt	**-17**	**-29**	**-35**	**313**

Aus den Gesamtergebnissen geht hervor, dass sich eine Nettobelastung im Jahr 2007 bereits im Jahr 2012 und auch in dieser Studie in eine Nettogutschrift geändert hat. Dies ist hauptsächlich auf die Abkehr von der Deponierung zurückzuführen. Die spezifischen Nettoergebnisse für die Deponierung liegen mehr oder weniger in der gleichen Größenordnung. Der höhere Wert für 2007 ist hauptsächlich auf die pauschale Gasfassungsrate von 20 % zurückzuführen, die für alle Mitgliedstaaten verwendet wurde. Der etwas niedrigere Wert für 2012 im Vergleich zu 2017 kann durch unterschiedliche DOC-Werte erklärt werden. Ansonsten wurden in den verschiedenen Studien die Standardwerte aus IPCC (2006) verwendet oder liegen nahe an diesen Standardwerten (siehe Kapitel 4.2.3).

Die höheren THG-Nettoergebnisse für Restmüll zur Behandlung für 2007 zeigen den Einfluss unterschiedlich angesetzter Substitutionspotenziale für Energie aus Abfall. In Vogt et al. (2015) wurde die Stromerzeugung mit dem durchschnittlichen Emissionsfaktor für den Strommix von 507 g CO_2-Äq/kWh für die EU28 angerechnet. Dies geschah als Vereinfachung, da es nicht möglich war, den marginalen Mix für jeden OECD-Mitgliedstaat zu bestimmen. In dieser Studie wurde ebenfalls der durchschnittliche Netzstromemissionsfaktor, hier für die EU27 verwendet (2017: 429 g CO_2-Äq/kWh), um den Einfluss der Energiewende zu berücksichtigen (siehe Kapitel 4.1.2). Das etwas höhere THG-Nettoergebnis in dieser Studie im Vergleich zu 2012 ist auf die Annahmen für die mechanische Behandlung (MA) und den hohen Anteil von Ersatzbrennstoffen daraus zurückzuführen (MBA 5, Kapitel 4.2.5).

Die Ergebnisse für die biologische Behandlung liegen mehr oder weniger in der gleichen Größenordnung und sind typisch für die Kompostierung. Der Unterschied zwischen der EU27 und der EU28 in dieser Studie ist hauptsächlich auf einen unterschiedlichen Anteil der Vergärung zurückzuführen. Der höhere Wert für das Recycling in der Studie für 2007 im Vergleich zu dieser Studie ist teilweise auf die unterschiedliche Berechnung für Holz zurückzuführen, bei der die Schonung von Holz für Holz und Papier mit vergleichbar relevanten THG-Minderungseffekten einbezogen wurde. Weitere Gründe sind die in dieser Studie aktualisierten Emissionsfaktoren mit teilweise niedrigeren Werten und die energetische Verwertung von Sortierresten mit den geringeren Substitutionspotenzialen aufgrund der Energiewende (Erläuterungen siehe auch Teilbericht Deutschland). Der höhere Wert für das Jahr 2012 erklärt sich teilweise dadurch, dass Transport und Sortierung getrennt ausgewiesen werden. Außerdem konnte die Bilanz für 2012 nur grob geschätzt werden, so dass die Verluste an Aufbereitungsresten möglicherweise unterschätzt sind (z. B. keine besondere Berücksichtigung von Verpackungsabfällen, LVP).

B.2 Kenndaten Abfallfraktionen

Tabelle 156: Übersicht Heizwert und Kohlenstoffgehalt des Restmülls für die verschiedenen Siedlungsabfall-Bilanzräume und Szenarien

SiAbf-Bilanzräume	Heizwert in MJ/kg	Fossiler C-Gehalt in % FS	biogener C-Gehalt in % FS
EU27 (ohne DE), 2017	10,1	11,5	15,1
EU27 (ohne DE), Leitszenario	11,0	14,0	14,4
EU27 (ohne DE), Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate	10,5	12,6	14,8
Cluster 2, 2017	9,8	10,6	15,5
Cluster 2, Leitszenario	10,7	13,0	14,8
Cluster 2, Spezialszenario	10,7	13,0	14,8
Cluster 1, 2017	9,5	10,9	14,2
Cluster 1, Leitszenario	10,2	13,2	13,1
Cluster 1, Spezialszenario	11,1	14,1	14,7
Deutschland, 2017	9,2	9,4	15,7
Deutschland, Leitszenario	9,1	8,9	15,9
Deutschland, Szenario mit Eigenkompostierung in der RC-Rate	9,2	9,2	15,8

Tabelle 157: Übersicht Heizwert und fossiler Kohlenstoffgehalt der Abfallfraktionen

Abfallfraktionen	Heizwert in MJ/kg	Fossiler C-Gehalt in % FS	Quelle
Ersatzbrennstoff (EBS)	13	15 %	(Flamme et al. 2018)
Holzabfälle	16	2,3 %	(Flamme et al. 2018)
Stärstoffe Organikabfälle	12	21 %	berechnet (Kap. 4.2.7)
Rückstände Papierindustrie	9,94	1,2 %	(UBA 2006)
Kunststoffabfälle, P&G EU	34,7	71,2 %	kakeliert (Kap. 4.2.6)
Krankenhausabfälle	14,9	19 %	(Vogt / Ludmann 2019)
Altreifen	28	52,8 %	H_i (VDZ 2018); C_{foss} (Flamme et al. 2018)

(Entspricht den Daten für Deutschland, siehe Teilbericht Deutschland)