

Zero-Waste-Studie

Teil A – Untersuchung von Siedlungsabfällen

Schriftenreihe, Heft 4/2026



Teil A

Untersuchung von Siedlungsabfällen aus privaten Haushalten und gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen

Untersuchung von Siedlungsabfällen aus privaten Haushalten und von gemischten gewerblichen
Siedlungsabfällen

Dipl.-Ing. Marko Günther, M.Sc. Sonja Steinmetzer, M.Sc. Anna-Sophie Strues, Dipl.-Ing. Jörg Wagner
(INTECUS GmbH);

Dipl.-Ing. Carsten Böhm, Dipl.-Ing. Susanne Wüst, Dipl.-Ing. Bertram Zwisele (ARGUS GmbH)

im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis Anhang	14
Abkürzungsverzeichnis	15
Einheiten	15
Gesetze und Verordnungen	15
Glossar	16
1 Einführung und Zielsetzung	19
1.1 Veranlassung.....	19
1.2 Einführung	20
1.2.1 Strukturdaten Sachsen.....	20
1.2.2 Siedlungsabfälle aus privaten Haushalten.....	21
1.2.3 Leichtverpackungen und gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle.....	22
1.2.4 Bewertungskonzept	23
2 Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes und Definitionen.....	24
3 Untersuchungskonzept für die Ermittlung des Mengengerüsts für haushaltsnahe und gewerbliche Abfälle (methodische Vorgehensweise)	26
3.1 Datenerhebung.....	28
3.1.1 Literaturrecherche, Auswertung von Statistiken, Befragungen	28
3.1.2 Festlegung der Untersuchungskampagnen	29
3.1.3 Festlegung der Schichten	30
3.1.4 Stichprobenmethode	35
3.1.5 Erhebungs- und Analysemethoden	36
3.1.6 Sekundäranalysen	37
3.1.7 Primäranalysen.....	38
3.1.7.1 Restabfall und Biogut	38
3.1.7.1.1 Auswahl Stichprobengebiete und Stichprobenumfang	38
3.1.7.1.2 Probenahme	38
3.1.7.1.3 Sortierung	39
3.1.7.1.4 Erhebung von Rahmendaten	42
3.1.7.2 Leichtverpackungen	42
3.1.7.2.1 Auswahl Stichprobengebiete und Stichprobenumfang	42
3.1.7.2.2 Probenahme	42
3.1.7.2.3 Sortierung	43

3.1.7.2.4	Erhebung von Rahmendaten	44
3.1.7.3	Sperrige Abfälle.....	44
3.1.7.4	Gemischt gewerblicher Siedlungsabfall	46
3.2	Datenmanagement.....	48
3.2.1	Harmonisierung der Erhebungsdaten	48
3.2.2	Aufbau der Datenbank.....	49
3.2.3	Qualitätssicherung	50
3.3	Auswertung und Hochrechnung sowie Darstellung der Ergebnisse zur Menge und Zusammensetzung.....	51
3.3.1	Auswertung und Hochrechnung	51
3.3.2	Geschichtete Hochrechnung für Restabfall, Biogut, Leichtverpackungen, sperrige Abfälle	53
3.3.3	Einstufige Hochrechnung für gemischt gewerblichen Siedlungsabfall	55
3.3.4	Auswertung für Elektro- und Elektronikaltgeräte	56
3.3.5	Weitere Wertstoffe	57
3.3.6	Zusammenfassung für die Verwertungs- und Potenzialanalyse	58
3.4	Potenzialbetrachtung.....	59
3.4.1	Stoffgruppe Glas	59
3.4.2	Stoffgruppe Papier, Pappe und Kartonagen	60
3.4.3	Stoffgruppe Kunststoffe	61
3.4.4	Stoffgruppe Metalle	63
3.4.5	Stoffgruppe Textilien.....	64
3.4.6	Stoffgruppe Holz/Kork	65
3.4.7	Stoffgruppe Verbundverpackungen	65
3.4.8	Stoffgruppe Elektro- und Elektronikaltgeräte.....	66
3.4.9	Stoffgruppe organische Abfälle	67
3.4.10	Stoffgruppe Batterien.....	68
3.5	Befragung Wertstoffhof	68
4	Ergebnisse	71
4.1	Restabfall	71
4.1.1	Aufkommen von Restabfall	71
4.1.2	Zusammensetzung von Restabfall.....	71
4.1.3	Zusammensetzung trockener Wertstoffe im Restabfall	73
4.1.3.1	Glas im Restabfall	74
4.1.3.2	Papier, Pappe und Kartonagen im Restabfall	75
4.1.3.3	Kunststoffe im Restabfall	75

4.1.3.4	Metalle im Restabfall	76
4.1.3.5	Textilien im Restabfall	77
4.1.3.6	Holz/Kork im Restabfall.....	77
4.1.3.7	Verbunde im Restabfall	77
4.1.4	Organische Abfälle im Restabfall	78
4.1.5	Problem- und Schadstoffe im Restabfall.....	79
4.1.6	Reststoffe und Feinfraktion im Restabfall	80
4.2	Biogut	81
4.2.1	Aufkommen von Biogut.....	81
4.2.2	Zusammensetzung von Biogut	83
4.2.3	Biologisch abbaubare Fraktion im Biogut.....	84
4.2.4	Störstoffe im Biogut.....	85
4.3	Leichtverpackungen	87
4.3.1	Aufkommen und Zusammensetzung von Leichtverpackungen.....	87
4.3.2	Trockene Wertstoffe in Leichtverpackungen	88
4.3.2.1	Glas in Leichtverpackungen	89
4.3.2.2	Papier, Pappe und Kartonagen in Leichtverpackungen	89
4.3.2.3	Kunststoffe in Leichtverpackungen	90
4.3.2.4	Metalle in Leichtverpackungen	91
4.3.2.5	Textilien in Leichtverpackungen.....	91
4.3.2.6	Holz/Kork in Leichtverpackungen	92
4.3.2.7	Verbunde in Leichtverpackungen	92
4.3.3	Organische Abfälle in Leichtverpackungen	92
4.3.4	Problem- und Schadstoffe in Leichtverpackungen	93
4.3.5	Reststoffe und Feinfraktion in Leichtverpackungen.....	93
4.4	Befragung Wertstoffhof	94
4.5	Sperrige Abfälle.....	95
4.5.1	Aufkommen und Sammlung von sperrigen Abfällen	95
4.5.2	Zusammensetzung von sperrigen Abfällen	96
4.5.3	Ergebnisse der Wertstoffhof-Befragung für sperrige Abfälle	98
4.5.3.1	Häufigkeit der Wertstoffhofnutzung für sperrige Abfälle	98
4.5.3.2	Zusammensetzung der abgegebenen sperrigen Abfälle	98
4.5.3.3	Entsorgungsgründe für sperrige Abfälle.....	100
4.5.3.4	Reparaturversuche für sperriger Abfälle	102
4.5.3.5	Versuchte Wiederverwendung für sperriger Abfälle	104
4.5.3.6	Vermeidbare sperrige Abfälle.....	105

4.6	Elektro- und Elektronikaltgeräte	106
4.6.1	Aufkommen und Sammlung von Elektro- und Elektronikaltgeräten	106
4.6.2	Zusammensetzung Elektro- und Elektronikaltgeräte.....	107
4.6.3	Erfassung Elektro- und Elektronikaltgeräte	108
4.6.4	Ergebnisse der Wertstoffhof-Befragung für Elektro- und Elektronikaltgeräte	109
4.6.4.1	Häufigkeit der Wertstoffhofnutzung für Elektro- und Elektronikaltgeräte.....	109
4.6.4.2	Zusammensetzung der abgegebenen Elektro- und Elektronikaltgeräte.....	109
4.6.4.3	Entsorgungsgründe für Elektro- und Elektronikaltgeräte	110
4.6.4.4	Reparaturversuche für Elektro- und Elektronikaltgeräte	112
4.6.4.5	Versuchte Wiederverwendung für Elektro- und Elektronikaltgeräte	114
4.6.4.6	Vermeidbare Elektro- und Elektronikaltgeräte	115
4.7	Weitere Wertstoffe	116
4.7.1	Aufkommen und Zusammensetzung von weiteren Wertstoffen.....	116
4.7.2	Art der Erfassung von weiteren Wertstoffen.....	117
4.7.3	Wertstoffgehalt weiterer Wertstoffe	117
4.8	Gemischt gewerbliche Siedlungsabfälle	118
4.8.1	Aufkommen von gemischt gewerblichen Siedlungsabfällen	118
4.8.2	Zusammensetzung von gemischt gewerblichen Siedlungsabfall	121
4.8.3	Wertstoffgehalt von gemischt gewerblichen Siedlungsabfall	122
5	Potenzialermittlung	123
5.1	Restabfall	123
5.1.1	Theoretisches Potenzial im Restabfall	123
5.1.2	Abschöpfbares Potenzial im Restabfall	123
5.1.3	Erschließbares Potenzial im Restabfall	127
5.1.3.1	Berechnung des Kreislaufpotenzial der Stoffgruppen im Restabfall	127
5.1.3.2	Ableitung des erschließbaren Potenzials im Restabfall.....	132
5.1.3.2.1	Schicht 1.....	132
5.1.3.2.2	Schicht 2.....	133
5.1.3.2.3	Schicht 4.....	133
5.1.3.2.4	Zusammenfassung Restabfall.....	134
5.2	Biogut	136
5.2.1	Entfrachtung des Bioguts von Störstoffen	136
5.2.2	Vermeidung von organischen Abfällen.....	137
5.2.3	Erhöhung des Anschlussgrads an die Biotonne	138
5.2.4	Biogut aus Restabfall und Leichtverpackungen	140

5.2.5	Aufkommen und Zusammensetzung von Biogut in Sachsen	142
5.3	Leichtverpackungen	143
5.3.1	Trockene Wertstoffe in Leichtverpackungen	143
5.3.2	Organische Abfälle in Leichtverpackungen	145
5.3.3	Reststoffe in Leichtverpackungen	146
5.3.4	LVP aus dem Restabfall	146
5.3.5	Zusammenfassung Leichtverpackungen	146
5.4	Weitere Wertstoffe	147
5.4.1	Wertstoff Glas.....	147
5.4.2	Wertstoff Papier, Pappe und Kartonagen.....	147
5.4.3	Wertstoff Kunststoffe.....	148
5.4.4	Wertstoff Metalle.....	149
5.4.5	Wertstoff Textilien	149
5.4.6	Wertstoff Holz/Kork	150
5.4.7	Zusammenfassung weitere Wertstoffe.....	151
5.5	Sperrige Abfälle.....	151
5.6	Elektro- und Elektronikaltgeräte	154
6	Vergleich mit den Ergebnissen der bundesweiten Hausmüllanalyse	157
6.1	Restabfall	157
6.2	Sperrige Abfälle.....	157
7	Fazit.....	158
	Literaturverzeichnis.....	159
Anhang		162
Anhang 1	Zusammensetzung der untersuchten Siedlungsabfälle aus privaten Haushalten in Sachsen	162
Anhang 1.1	Restabfall	162
Anhang 1.2	Biogut.....	164
Anhang 1.3	Leichtverpackungen	166
Anhang 1.4	Sperrige Abfälle.....	168
Anhang 2	Fragebögen für die Wertstoffhof-Befragung	169
Anhang 2.1	Fragebogen sperrige Abfälle	169
Anhang 2.2	Fragebogen Elektro- und Elektronikaltgeräte.....	171
Anhang 2.3	Antwortmöglichkeiten.....	173

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematisches Vorgehen zur Hochrechnung der heterogenen Abfälle am Beispiel von Restabfall und Biogut.....	52
Abbildung 2: Zusammensetzung des Restabfalls in Sachsen 2019	72
Abbildung 3: Zusammensetzung der trockenen Wertstoffe im Restabfall in Sachsen 2019	73
Abbildung 4: Verhältnis trockener Wertstoffgruppen je Schicht im Restabfall in Sachsen 2019	74
Abbildung 5: Zusammensetzung der organischen Abfälle im Restabfall in Sachsen 2019	78
Abbildung 6: Zusammensetzung der Problem- und Schadstoffe im Restabfall in Sachsen 2019.....	79
Abbildung 7: Zusammensetzung des Bioguts in Sachsen 2019	83
Abbildung 8: Zusammensetzung der biologisch abbaubaren Fraktion im Biogut in Sachsen 2019	84
Abbildung 9: Zusammensetzung der Leichtverpackungen in Sachsen 2019	87
Abbildung 10: Zusammensetzung der trockenen Wertstoffe in LVP in Sachsen 2019	88
Abbildung 11: Anteil der Verpackungen an den trockenen Wertstoffen in LVP je Schicht und in Sachsen 2019.....	89
Abbildung 12: Altersstruktur der befragten Personen je Gebiet	94
Abbildung 13: Anteil der befragten Personen nach Bebauungsstruktur je Gebiet	95
Abbildung 14: Anliefernde Personen nach Abfallart je Gebiet	95
Abbildung 15: Zusammensetzung der sperrigen Abfälle in Sachsen 2019	96
Abbildung 16: Zusammensetzung der sperrigen Abfälle in der Befragung je Gebiet im Vergleich zu Sachsen 2019	99
Abbildung 17: Entsorgungsgründe für sperrige Abfälle je Gebiet in [Masse-%]	100
Abbildung 18: Entsorgungsgründe funktionaler sperriger Abfälle der Stoffgruppen 1-5 je Gebiet	102
Abbildung 19: Entsorgungsgründe funktionaler sperriger Abfälle der Stoffgruppen 6-12 je Gebiet ..	102
Abbildung 20: Zusammensetzung der EAG nach Sammelgruppen in Sachsen 2019.....	107
Abbildung 21: Zusammensetzung der EAG nach Sammelgruppen je Schicht in Sachsen 2019	108
Abbildung 22: Anteil der kommunalen Erfassung am EAG-Aufkommen nach Sammelgruppen in Sachsen 2019	109
Abbildung 23: Zusammensetzung der EAG nach Sammelgruppen je Gebiet im Vergleich zu Sachsen 2019	110
Abbildung 24: Entsorgungsgründe für EAG je Gebiet in [Masse-%]	111
Abbildung 25: Anteil der Entsorgungsgründe von funktionalen EAG nach Sammelgruppen je Gebiet.....	112
Abbildung 26: Zusammensetzung der weiteren Wertstoffe in Sachsen 2019	116
Abbildung 27: Zusammensetzung des gemischt gewerblichen Siedlungsabfalls in Sachsen 2019....	121

Abbildung 28: Zusammensetzung der trockenen Wertstoffe des gemischt gewerblichen Siedlungsabfalls in Sachsen 2019.....	122
Abbildung 29: Abschöpfbares Potenzial im Restabfall in Sachsen 2019	127
Abbildung 30: Verwertungswege des erschließbaren Potenzials für Restabfall je Schicht.....	134
Abbildung 31: Veränderung des einwohnerspezifischen Aufkommens durch Nutzung des erschließbaren Potenzials im Restabfall je Schicht in $[\text{kg}/(\text{E} \cdot \text{a})]$	135
Abbildung 32: Zusammensetzung der Störstoffe im Biogut in Sachsen 2019.....	136
Abbildung 33: Potenzielles Biogutaukommen nach Erhöhung des Anschlussgrads an die Biotonne je Gebiet und in Sachsen in $[\text{Mg}]$	140
Abbildung 34: Erhöhung des Biogutaukommens durch erschließbares Potenzial aus Restabfall und LVP je Gebiet und in Sachsen $[\text{Mg/a}]$	141

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Strukturdaten Sachsen 2019.....	20
Tabelle 2: Übersicht der methodischen Vorgehensweise nach Stoffströmen	27
Tabelle 3: Schichtungsmatrix für Restabfall und LVP	32
Tabelle 4: Schichtungsmatrix für Biogut	33
Tabelle 5: Schichtungsmatrix für sperrige Abfälle, EAG und weitere Wertstoffe	34
Tabelle 6: Datenbasis der Auswertung - Anzahl der Primär- und Sekundäranalysen	37
Tabelle 7: Stoffgruppen für Restabfall.....	39
Tabelle 8: Stoffgruppen Biogut	41
Tabelle 9: Stoffgruppen Leichtverpackungen	43
Tabelle 10: Sichtungs-Stoffgruppen für sperrige Abfälle.....	45
Tabelle 11: Stoffgruppen gemischt gewerblicher Siedlungsabfall	47
Tabelle 12: Potenzialbetrachtung für Glasabfälle.....	59
Tabelle 13: Einwegprodukte auf PPK-Basis aus dem Außer-Haus-Verzehr in 2017	60
Tabelle 14: Potenzialbetrachtung für PPK-Abfälle.....	61
Tabelle 15: Berechnung des Aufkommens und der Verwertungsquote von sonstigen Kunststoffen für 2019	61
Tabelle 16: Einwegprodukte auf Kunststoff-Basis aus dem Außer-Haus-Verzehr in 2017	62
Tabelle 17: Aufkommen an vermeidbaren oder wiederverwendbaren Kunststoffverpackungen	62
Tabelle 18: Potenzialbetrachtung für Kunststoffabfälle.....	63
Tabelle 19: Einwegprodukte auf Aluminiumbasis aus dem Außer-Haus-Verzehr in 2017	63
Tabelle 20: Potenzialbetrachtung für Fe-Metalle.....	64
Tabelle 21: Potenzialbetrachtung für NE-Metalle	64
Tabelle 22: Potenzialbetrachtung für Textilabfälle.....	64

Tabelle 23: Potenzialbetrachtung für Holz/Kork.....	65
Tabelle 24: Aufkommen und Verwertungsquoten von Verbundverpackungen in Deutschland 2017	65
Tabelle 25: Einwegverbundverpackungen aus dem Außer-Haus-Verzehr in 2017	66
Tabelle 26: Potenzialbetrachtung für Verbundverpackungen	66
Tabelle 27: Potenzialbetrachtung für SG 5 Kleingeräte	66
Tabelle 28: Zuordnung der Lebensmittel aus GfK (2021) zu Nahrungs- und Küchenabfällen mit Anteil der vermeidbaren Lebensmittelabfälle	67
Tabelle 29: Potenzialbetrachtung für organische Abfälle.....	68
Tabelle 30: Potenzialbetrachtung für Batterien.....	68
Tabelle 31: Sammelgruppen für EAG	69
Tabelle 32: Sperrige Abfälle - Stoffgruppen für die Befragung	70
Tabelle 33: Einwohnerspezifisches Aufkommen von Restabfall je Schicht und in Sachsen	71
Tabelle 34: Einwohnerspezifische Zusammensetzung des Restabfalls je Schicht und in Sachsen	73
Tabelle 35: Glas im Restabfall je Schicht und in Sachsen	74
Tabelle 36: Papier, Pappe und Kartonagen im Restabfall je Schicht und in Sachsen	75
Tabelle 37: Kunststoffe im Restabfall je Schicht und in Sachsen	76
Tabelle 38: Metalle im Restabfall je Schicht und in Sachsen	76
Tabelle 39: Textilien im Restabfall je Schicht und in Sachsen	77
Tabelle 40: Holz/Kork im Restabfall je Schicht und in Sachsen	77
Tabelle 41: Verbunde im Restabfall je Schicht und in Sachsen	78
Tabelle 42: Organische Abfälle im Restabfall je Schicht und in Sachsen	79
Tabelle 43: Problem- und Schadstoffe im Restabfall je Schicht und in Sachsen.....	80
Tabelle 44: Hygieneprodukte, Inertmaterial und sonstige Abfälle im Restabfall je Schicht und in Sachsen.....	81
Tabelle 45: Einwohnerspezifisches Aufkommen von Biogut je Schicht und in Sachsen 2019.....	82
Tabelle 46: Einwohnerspezifische Zusammensetzung des Bioguts je Schicht und in Sachsen	83
Tabelle 47: Aufkommen und Zusammensetzung der biologisch abbaubaren Fraktion im Biogut je Schicht und in Sachsen.....	84
Tabelle 48: Organische Abfälle im Biogut je Schicht und in Sachsen.....	85
Tabelle 49: Störstoffe im Biogut je Schicht und in Sachsen	86
Tabelle 50: Kunststoffe im Biogut je Schicht und in Sachsen.....	86
Tabelle 51: Einwohnerspezifische Zusammensetzung der LVP je Schicht und in Sachsen	88
Tabelle 52: Glas in LVP je Schicht und in Sachsen.....	89
Tabelle 53: PPK in LVP je Schicht und in Sachsen	90
Tabelle 54: Kunststoffe in LVP je Schicht und in Sachsen.....	90

Tabelle 55: Metalle in LVP je Schicht und in Sachsen.....	91
Tabelle 56: Textilien in LVP je Schicht und in Sachsen	91
Tabelle 57: Holz/Kork in LVP je Schicht und in Sachsen	92
Tabelle 58: Verbunde in LVP je Schicht und in Sachsen.....	92
Tabelle 59: Organische Abfälle in LVP je Schicht und in Sachsen.....	93
Tabelle 60: Problem- und Schadstoffe in LVP je Schicht und in Sachsen	93
Tabelle 61: Reststoffe in LVP je Schicht und in Sachsen	94
Tabelle 62: Aufkommen und Sammelsystem sperriger Abfälle je Schicht und in Sachsen	96
Tabelle 63: Einwohnerspezifische Zusammensetzung der sperrigen Abfälle je Schicht und in Sachsen.....	97
Tabelle 64: Verbunde in den sperrigen Abfällen je Schicht und in Sachsen	97
Tabelle 65: Häufigkeit der Entsorgung von sperrigen Abfällen über den Wertstoffhof je Gebiet	98
Tabelle 66: Masse und Anzahl der abgegebenen sperrigen Abfälle je Gebiet.....	98
Tabelle 67: Anteil und Masse der kaputten sperrigen Abfälle bei der Wertstoffhof-Befragung je Gebiet	101
Tabelle 68: Anteil der kaputten sperrigen Abfälle mit Reparaturversuch.....	103
Tabelle 69: Anteil der Gründe, aus denen der Reparaturversuch gescheitert ist	103
Tabelle 70: Anteil der Gründe, aus denen keine Reparatur versucht wurde	103
Tabelle 71: Anteil der funktionalen sperrigen Abfälle mit versuchter Wiederverwendung je Gebiet	104
Tabelle 72: Anteil nach Art der Wiederverwendung von sperrigen Abfällen.....	105
Tabelle 73: Anteil der Gründe, aus denen keine Wiederverwendung versucht wurde.....	105
Tabelle 74: Anteil der vermeidbaren sperrigen Abfälle je Gebiet	106
Tabelle 75: Aufkommen und Sammelsystem für EAG je Schicht in Sachsen.....	107
Tabelle 76: Einwohnerspezifisches Aufkommen der EAG nach Sammelgruppe je Schicht und in Sachsen.....	108
Tabelle 77: Anteil nach Anzahl der Befragten zur Nennung der Häufigkeit der Entsorgung von EAG am Wertstoffhof je Gebiet.....	109
Tabelle 78: Masse und Anzahl der abgegebenen EAG nach Sammelgruppen je Gebiet	110
Tabelle 79: Anteil und Masse der defekten EAG nach Sammelgruppen in der Wertstoffhof- Befragung je Gebiet	111
Tabelle 80: Anteil der defekten Geräte nach Sammelgruppe mit Reparaturversuch je Gebiet	113
Tabelle 81: Anteil der Gründe, aus denen der Reparaturversuch gescheitert ist	113
Tabelle 82: Anteil der Gründe, aus denen keine Reparatur versucht wurde	114
Tabelle 83: Anteil der funktionalen EAG nach Sammelgruppen mit versuchter Wiederverwendung je Gebiet.....	114

Tabelle 84: Anteil nach Art der Wiederverwendung von EAG	115
Tabelle 85: Anteil der Gründe, aus denen keine Wiederverwendung versucht wurde.....	115
Tabelle 86: Anteil der vermeidbaren EAG nach Sammelgruppe je Gebiet	115
Tabelle 87: Einwohnerspezifische Zusammensetzung der weiteren Wertstoffe je Schicht und in Sachsen.....	116
Tabelle 88: Anteil der Erfassungswege der weiteren Wertstoffe	117
Tabelle 89: Wertstoffgehalt weiterer Wertstoffe in Sachsen	117
Tabelle 90: Behandelte Mengen an hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen in Sachsen 2018 und 2019	118
Tabelle 91: Erzeugte Mengen an hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen in Sachsen 2018	119
Tabelle 92: Hochgerechnete Gesamtmenge hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle in Sachsen 2018	120
Tabelle 93: Zusammensetzung des gemischt gewerblichen Siedlungsabfalls in Sachsen	121
Tabelle 94: Zusammensetzung der trockenen Wertstoffe des gemischt gewerblichen Siedlungsabfalls in Sachsen.....	122
Tabelle 95: Theoretisches Potenzial im Restabfall in Sachsen je Schicht in $[\text{kg}/(\text{E}^*\text{a})]$	123
Tabelle 96: Niedrigster Gehalt der Stoffgruppen im Restabfall je Schicht in $[\text{kg}/(\text{E}^*\text{a})]$	124
Tabelle 97: Abschöpfbares Potenzial von Restabfall in Schicht 1 in $[\text{kg}/(\text{E}^*\text{a})]$	125
Tabelle 98: Abschöpfbares Potenzial im Restabfall in Schicht 2 in $[\text{kg}/(\text{E}^*\text{a})]$	125
Tabelle 99: Abschöpfbares Potenzial im Restabfall in Schicht 4 in $[\text{kg}/(\text{E}^*\text{a})]$	126
Tabelle 100: Abschöpfbares Potenzial im Restabfall je Schicht und in Sachsen in $[\text{kg}/(\text{E}^*\text{a})]$	126
Tabelle 101: Zusammensetzung der Stoffgruppe Glas im Restabfall je Schicht	127
Tabelle 102: Kreislaufpotenzial von Glas im Restabfall je Schicht	128
Tabelle 103: Zusammensetzung der Stoffgruppe PPK im Restabfall je Schicht.....	128
Tabelle 104: Kreislaufpotenzial von PPK im Restabfall je Schicht	128
Tabelle 105: Zusammensetzung der Stoffgruppe Kunststoffe im Restabfall je Schicht	128
Tabelle 106: Kreislaufpotenzial von Kunststoffen im Restabfall je Schicht.....	129
Tabelle 107: Zusammensetzung der Stoffgruppe Fe-Metall im Restabfall je Schicht	129
Tabelle 108: Kreislaufpotenzial von Fe-Metallen im Restabfall je Schicht	129
Tabelle 109: Zusammensetzung der Stoffgruppe NE-Metall im Restabfall je Schicht	129
Tabelle 110: Kreislaufpotenzial von NE-Metallen im Restabfall je Schicht.....	130
Tabelle 111: Zusammensetzung der Stoffgruppe Organik im Restabfall je Schicht	130
Tabelle 112: Kreislaufpotenzial von organischen Abfällen im Restabfall je Schicht	130
Tabelle 113: Kreislaufpotenzial der Stoffgruppen im Restabfall in Schicht 1.....	131
Tabelle 114: Kreislaufpotenzial der Stoffgruppen im Restabfall in Schicht 2.....	131
Tabelle 115: Kreislaufpotenzial der Stoffgruppen im Restabfall in Schicht 4.....	132

Tabelle 116: Erschließbares Potenzial im Restabfall in Schicht 1 in [kg/(E*a)]	132
Tabelle 117: Erschließbares Potenzial im Restabfall in Schicht 2 in [kg/(E*a)]	133
Tabelle 118: Erschließbares Potenzial im Restabfall in Schicht 4 in [kg/(E*a)]	134
Tabelle 119: Einwohnerspezifisches Aufkommen von Restabfall mit Nutzung des erschließbaren Potenzials je Schicht und in Sachsen in [kg/(E*a)]	135
Tabelle 120: Einwohnerspezifisches Aufkommen der organischen Abfälle im Biogut nach Vermeidung je Schicht und in Sachsen in [kg/(E*a)] (nur angeschlossene Einwohner)	138
Tabelle 121: Zusammensetzung und Aufkommen von Biogut nach Vermeidung und Entfrachtung von Störstoffen im Biogut je Schicht (nur angeschlossene Einwohner) ..	138
Tabelle 122: Potenzielles Biogutaufkommen bei erhöhtem Anschlussgrad an die Biotonne je Schicht und in Sachsen	139
Tabelle 123: Berechnung des Zustroms an organischen Abfällen in das Biogut aus Restabfall und LVP je Schicht	141
Tabelle 124: Potenzielle Zusammensetzung und Aufkommen des Bioguts nach Zustrom aus Restabfall und LVP je Schicht (nur angeschlossene Einwohner)	142
Tabelle 125: Ergebnis der Berechnung der Zusammensetzung des Bioguts nach Vermeidung und Zustrom von organischen Abfällen aus Restabfall und LVP je Schicht und in Sachsen (nur angeschlossene Einwohner)	142
Tabelle 126: Einwohnerspezifisches Biogutaufkommen je Schicht und in Sachsen (alle Einwohner)	143
Tabelle 127: Nicht vermeidbares Aufkommen an trockenen Wertstoffen in LVP in [kg/(E*a)]	143
Tabelle 128: Kreislaufpotenzial von Kunststoffverpackungen im LVP	144
Tabelle 129: Kreislaufpotenzial von Metallverpackungen im LVP	144
Tabelle 130: Kreislaufpotenzial von Verbundverpackungen im LVP	145
Tabelle 131: Nicht vermeidbare organische Abfälle in LVP je Schicht und in Sachsen in [kg/(E*a)]	145
Tabelle 132: Anteil der verwertbaren Wertstoffe aus dem erschließbaren Potenzial des Restabfalls je Schicht und in Sachsen in [kg/(E*a)]	146
Tabelle 133: Potenzielle Zusammensetzung und Aufkommen von LVP	146
Tabelle 134: Potenzialbetrachtung für getrennt gesammeltes Glas je Schicht und in Sachsen	147
Tabelle 135: Potenzialbetrachtung für getrennt gesammelte PPK	148
Tabelle 136: Potenzialbetrachtung für getrennt gesammelte Kunststoffe je Schicht und in Sachsen	148
Tabelle 137: Potenzialbetrachtung für getrennt gesammelte Metalle je Schicht und in Sachsen	149
Tabelle 138: Kreislaufpotenzial von getrennt gesammelten Textilien	149

Tabelle 139: Potenzialbetrachtung für getrennt gesammeltes Holz/Kork je Schicht und in Sachsen	150
Tabelle 140: Zusammensetzung der weiteren Wertstoffe in Sachsen 2019 und nach Nutzung des Vermeidungspotenzials.....	151
Tabelle 141: Aufkommen von sperrigen Abfällen nach Abzug des vermeidbaren Anteils in Schicht 1&2 in [kg/(E*a)].....	152
Tabelle 142: Aufkommen von sperrigen Abfällen nach Abzug des vermeidbaren Anteils in Schicht 4 in [kg/(E*a)]	153
Tabelle 143: Aufkommen von sperrigen Abfällen nach Abzug des vermeidbaren Anteils in Sachsen in [kg/(E*a)]	154
Tabelle 144: Aufkommen von EAG nach Abzug des vermeidbaren Anteils je Schicht in [kg/(E*a)]	155
Tabelle 145: Aufkommen von EAG nach Abzug des vermeidbaren Anteils in Sachsen in [kg/(E*a)] ..	155
Tabelle 146: Hochgerechnete Mengen des Restabfalls aus privaten Haushalten in Sachsen im Vergleich zur bundesweiten Hausmüllanalyse 2018.....	157
Tabelle 147: Hochgerechnete Mengen sperriger Abfälle aus privaten Haushalten in Sachsen im Vergleich zur bundesweiten Hausmüllanalyse 2018.....	157

Tabellenverzeichnis Anhang

Tabelle A 1: Zusammensetzung des Restabfalls aus privaten Haushalten in Sachsen 2019 [%].....	162
Tabelle A 2: Zusammensetzung des Bioguts aus privaten Haushalten in Sachsen 2019 [%]	164
Tabelle A 3: Zusammensetzung von LVP aus privaten Haushalten in Sachsen 2019 [%]	166
Tabelle A 4: Zusammensetzung sperriger Abfälle aus privaten Haushalten in Sachsen 2019 [%]	168
Tabelle A 5: Antwortmöglichkeiten für den Fragebogen "sperriger Abfall"	173
Tabelle A 6: Antwortmöglichkeiten für den Fragebogen "EAG"	174

Abkürzungsverzeichnis

BAW	biologisch abbaubarer Werkstoff
Destatis	Statistisches Bundesamt
EAG	Elektro- und Elektronikaltgeräte
EAR	Elektro-Altgeräte Register
EZH	Ein- und Zweifamilienhausbebauung
Fe	Eisen (lat. Ferrum)
GWA	Großwohnanlagen
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LVP	Leichtverpackungen
MFH	Mehrfamilienhausbebauung
NE	Nicht-Eisen
Nr.	Nummer
örE	öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger
PPK	Papier, Pappe und Kartonagen
SG	Sammelgruppe
StLA	Statistisches Landesamt des Freistaats Sachsen
UBA	Umweltbundesamt
WZ	Wirtschaftszweig

Einheiten

a	Jahr
E	Einwohner
E/km ²	Einwohnerdichte
kg	Kilogramm
kg/(E*a)	Kilogramm pro Einwohner und Jahr
km ²	Quadratkilometer
l	Liter
mm	Millimeter
m ³	Kubikmeter
Mg	Megagramm; 1000 kg
Mio.	Million

Gesetze und Verordnungen

ElektroG	Elektro- und Elektronikgerätegesetz
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
SächsKrWBodSchutzG	Sächsisches Kreislaufwirtschafts- und Bodenschutzgesetz

Glossar

Biogut	Als Biogut werden mittels Biotonne getrennt erfasste Küchen- und Nahrungsmittelabfälle sowie Gartenabfälle aus privaten Haushalten bezeichnet.
Beseitigung	Beseitigung im Sinne des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) ist jedes Verfahren, das keine Verwertung ist, auch wenn das Verfahren zur Nebenfolge hat, dass Stoffe oder Energie zurückgewonnen werden (§ 3 Absatz 26 KrWG).
getrennte Sammlung	Getrennte Sammlung im Sinne des KrWG ist eine Sammlung, bei der ein Abfallstrom nach Art und Beschaffenheit des Abfalls getrennt gehalten wird, um eine bestimmte Behandlung zu erleichtern oder zu ermöglichen (§ 3 Absatz 16 KrWG).
Feinfraktion 0-10 mm	Die Feinfraktion besteht aus Partikeln mit weniger als 10 mm Durchmesser. Sie setzt sich hauptsächlich aus organischen und mineralischen Materialien zusammen, wie z. B. Kaffeesatz, Katzenstreu oder Straßenkehricht und Asche. Die Feinfraktion wurde im Rahmen der Analysen nicht weiter differenziert.
Gewerbeabfälle	Gemischte, gewerbliche Siedlungsabfälle, welche einer Vorbehandlungsanlage gemäß Gewerbeabfallverordnung zugeführt werden
Inertmaterial	Inertmaterialien bestehen aus Mineralien, Keramik und Porzellan und Baumaterialien und unterliegen keinen biologischen Abbauprozessen
Kreislaufpotenzial	Summe der Potenziale für Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling und sonstige Verwertung
Küchenabfälle	Küchenabfälle bestehen aus ungekochten Abfällen wie Obst- und Gemüsereste, Kartoffel- und Eierschalen sowie aus verdorbenem Obst und Gemüse (Dornbusch et al., 2020).
Mittelfraktion 10-40 mm	Die Mittelfraktion besteht aus Partikeln mit 10-40 mm Durchmesser. Diese wurden im Rahmen der Primäranalysen stichprobenartig sortiert und auf die Stoffgruppen der Grobfraktion (> 40 mm) umgerechnet.
Nahrungsabfälle	Nahrungsabfälle bestehen aus gekochten oder verarbeiteten Lebensmitteln. Darunter fallen beispielsweise Speisereste, Backwaren, sowie tierische Produkte wie Fisch, Fleisch und Milchprodukte (Dornbusch et al., 2020).
Recycling	Recycling im Sinne des KrWG ist jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfälle zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden; es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, nicht aber die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind (§ 3 Absatz 5 KrWG).

Schichten	Unter dem Begriff Schicht ist eine Teilgesamtheit der Grundgesamtheit zu verstehen, die sich bezüglich des Untersuchungsmerkmals (hier die Stoffzusammensetzung) homogen verhält. Anhand der Einwohnerdichte wurden die sächsischen öRE in ländliche Gebiete mit weniger als 750 E/km² und städtische Gebiete mit mindestens 750 E/km² unterteilt. Anschließend erfolgte eine Schichtung nach dem getrennt erfassten einwohnerspezifischen Biogutaukommen. Schicht 1: ländliche Gebiete < 25 kg/(E*a) Biogut Schicht 2: ländliche Gebiete ≥ 25 kg/(E*a) Biogut Schicht 3: <i>In Sachsen nicht besetzt (entfällt)</i> Schicht 4: städtische Gebiete mit ≥ 25 kg/(E*a) Biogut
sonstige Verbundmaterialien	Nichtverpackungen aus Verbundmaterialien wie Holz-Metall, Metall-Kunststoff, Metall-Kunststoff-Textil. Dies können beispielsweise Spielzeug, Gebrauchsgegenstände wie Regenschirme und Küchenutensilien, Kleinmöbel oder Bastelarbeiten sein.
sonstige Verwertung	Nach 6 Absatz 1 des KrWG auf der vierten Stufe der fünfstelligen Abfallhierarchie steht die sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung.
Vermeidung	Vermeidung im Sinne des KrWG ist jede Maßnahme, die ergriffen wird, bevor ein Stoff, Material oder Erzeugnis zu Abfall geworden ist, und dazu dient, die Abfallmenge, die schädlichen Auswirkungen des Abfalls auf Mensch und Umwelt oder den Gehalt an schädlichen Stoffen in Materialien und Erzeugnissen zu verringern. Hierzu zählen insbesondere die anlageninterne Kreislaufführung von Stoffen, die abfallarme Produktgestaltung, die Wiederverwendung von Erzeugnissen oder die Verlängerung ihrer Lebensdauer sowie ein Konsumverhalten, das auf den Erwerb von abfall- und schadstoffarmen Produkten sowie die Nutzung von Mehrwegverpackungen gerichtet ist (§ 3 Absatz 20 KrWG).
Verwertung	Verwertung im Sinne des KrWG ist jedes Verfahren, als dessen Hauptergebnis die Abfälle innerhalb der Anlage oder in der weiteren Wirtschaft einem sinnvollen Zweck zugeführt werden, indem sie entweder andere Materialien ersetzen, die sonst zur Erfüllung einer bestimmten Funktion verwendet worden wären, oder indem die Abfälle so vorbereitet werden, dass sie diese Funktion erfüllen (§ 3 Absatz 23 KrWG).

Vorbereitung zur Wiederverwendung	Vorbereitung zur Wiederverwendung im Sinne des KrWG ist jedes Verwertungsverfahren der Prüfung, Reinigung oder Reparatur, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile von Erzeugnissen, die zu Abfällen geworden sind, so vorbereitet werden, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wieder für denselben Zweck verwendet werden können, für den sie ursprünglich bestimmt waren (§ 3 Absatz 24 KrWG).
Wiederverwendung	Wiederverwendung im Sinne des KrWG ist jedes Verfahren bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile, die keine Abfälle sind, wieder für denselben Zweck verwendet werden für den sie ursprünglich bestimmt waren (§ 3 Absatz 21 KrWG).
Zero Waste	Unter dem Begriff „Zero Waste“ werden alle Aktivitäten zusammengefasst, die dazu dienen, Abfälle zu vermeiden, wiederzuverwenden bzw. als Ressourcen zu nutzen, so dass die Verbrennung und die Ablagerung von Abfällen künftig minimiert werden. Unter „Zero Waste“ ist nicht „Null Abfall“ und nicht „Null Gebühren“ zu verstehen, sondern Ziel ist „Null Verschwendung“. Die damit verbundene echte Kreislaufwirtschaft muss auch – und zwar außerhalb des Abfallrechts – ein nachhaltiges Produktdesign umfassen. Insbesondere langlebige, reparaturfreundliche, wiederverwendbare und recyclingfähige Erzeugnisse sind ein wichtiger Beitrag zur Nachhaltigkeit.

1 Einführung und Zielsetzung

1.1 Veranlassung

Das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) möchte mit den Untersuchungen von Siedlungsabfällen aus privaten Haushalten sowie Leichtverpackungen (LVP) und gemischt gewerblichen Siedlungsabfällen eine Grundlage für mögliche Potenziale von Zero-Waste-Ansätzen für den Freistaat Sachsen ermitteln lassen. Damit sollen die Anforderungen des seit 10. August 2021 in Kraft getretenen Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) (2021) erfüllt werden. Dazu gehört maßgeblich auch das Erreichen der gesetzlich vorgegebenen Verwertungs- und Recyclingquoten. Zum anderen sollen durch Nutzung der bestehenden Potenziale entlang der Abfallhierarchie der Bau neuer Abfallbeseitigungsanlagen bzw. der Export von Abfällen minimiert werden.

Es soll damit eine belastbare Datengrundlage für die Entwicklung zukünftiger Zero-Waste-Ansätze geschaffen werden. Zu diesem Zweck sollen die Potenziale an Stoffströmen, die vermieden, zur Wiederverwendung vorbereitet, stofflich oder sonstig verwertbar sind, bestimmt werden. Die Daten sollen aus vorhandenen und im Rahmen des Projektes durchzuführenden Abfalluntersuchungen und -analysen gewonnen werden. Bei nicht ausreichender Datenlage sollen weitere verfügbare Daten mit vergleichbarer Herkunftsstruktur genutzt werden. In einem ersten Arbeitspaket werden die Abfallarten Restabfall, sperriger Abfall, Biogut, Elektro- und Elektronikaltgeräte (EAG), sowie weitere durch die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (öRE) getrennt zu erfassende Wertstoffe aus privaten Haushalten untersucht.

Anschließend erfolgt die Betrachtung in privatwirtschaftlicher Verantwortung getrennt erfasster Abfallarten. Dazu zählten Leichtverpackungen (LVP) und gemischt gewerblicher Siedlungsabfall.

Die Ergebnisse beider Teiluntersuchungen werden in diesem Bericht zusammengeführt.

1.2 Einführung

1.2.1 Strukturdaten Sachsen

Der Freistaat Sachsen gliedert sich in drei Kreisfreie Städte und zehn Landkreise. Angaben zu den Strukturdaten in Sachsen 2019 können der nachfolgenden Tabelle 1 entnommen werden.

Tabelle 1: Strukturdaten Sachsen 2019

	Fläche	Einwohner	Einwohnerdichte
	[km ²]	[E]	[E/km ²]
Landkreis Bautzen	2.396	300.324	125
Stadt Chemnitz	221	246.563	1.116
Stadt Dresden	328	554.734	1.691
Landkreis Erzgebirgskreis	1.828	336.304	184
Landkreis Görlitz	2.111	253.806	120
Stadt Leipzig	298	588.848	1.976
Landkreis Leipzig	1.651	257.982	156
Landkreis Meißen	1.455	242.052	166
Landkreis Mittelsachsen	2.117	305.027	144
Landkreis Nordsachsen	2.029	197.826	97
Landkreis Vogtlandkreis	1.412	227.090	161
Landkreis Sächsische Schweiz-Osterzgebirge	1.654	245.800	149
Landkreis Zwickau	950	316.304	333
Sachsen	18.450	4.072.660	221

Bevölkerungsangaben auf Basis des Zensus 2011 des Sächsischen Statistischen Landesamtes (StLA)
Stand: 30.06.2019

Die Landkreise und Kreisfreien Städte sowie die nach § 3 Absatz 1 des Sächsischen Kreislaufwirtschafts- und Bodenschutzgesetzes (SächsKrWBodSchG) gebildeten Abfallverbände sind örE im Sinne von § 17 Absatz 1 Satz 1 KrWG und nach § 2 SächsKrWBodSchG jeweils im Rahmen ihrer Aufgaben. In Sachsen haben sich acht Landkreise und zwei kreisfreie Städte zu fünf Abfallverbänden zusammengeschlossen.

Die Landkreise Meißen und Sächsische Schweiz-Osterzgebirge haben ihre Aufgaben als örE vollständig auf den Zweckverband Abfallwirtschafts Oberes Elbtal (ZAOE) übertragen. Der Erzgebirgskreis hat bestimmte Teilaufkommen auf den Zweckverband Abfallwirtschaft Südwestsachsen (ZAS) übertragen. Bei den Ergebnisdarstellungen erfolgt daher für die Landkreise Meißen und Sächsische Schweiz-Osterzgebirge die entsprechende Bezeichnung „ZAOE“ und für den Erzgebirgskreis die Bezeichnung „ZAS (Erzgebirgskreis)“. Im Landkreis Nordsachsen galten für die Gebiete Delitzsch und Torgau-Oschatz unterschiedliche Abfallwirtschafts- und Abfallgebührensatzungen. Die Große Kreisstadt Eilenburg im Gebiet Delitzsch des Landkreises Nordsachsen nimmt das Einsammeln und Befördern von Abfällen in ihrem

Stadtgebiet auf Grundlage einer Vereinbarung mit dem ehemaligen Landkreis Eilenburg aus dem Jahr 1993, die auf Basis von § 3 Absatz 3 Erstes Gesetz zur Abfallwirtschaft und Bodenschutz im Freistaat Sachsen geschlossen wurde, selbst wahr. Bei den durchgeführten Recherchen für den Landkreis Nord-sachsen wurden die Satzungen für die Gebiete Delitzsch und Torgau-Oschatz sowie Eilenburg ausgewertet.

1.2.2 Siedlungsabfälle aus privaten Haushalten

Zur Schaffung einer Datengrundlage wurden Siedlungsabfälle aus privaten Haushalten bezüglich ihrer qualitativen Zusammensetzung und ihrer Potenziale für eine Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling und sonstiger Verwertung untersucht.

Vorgehensweise

Im ersten Schritt wurde für jede zu untersuchende Abfallart ein Untersuchungskonzept entwickelt, welches die relevanten Einflussfaktoren auf die Mengen und Zusammensetzungen berücksichtigt. Dabei wurden jahreszeitliche, geographische, siedlungsstrukturspezifische sowie logistische Gegebenheiten der Abfallentsorgung berücksichtigt. Im nächsten Schritt wurde geprüft, inwieweit Sekundärdatenerhebungen zur Umsetzung des Untersuchungskonzeptes für den Freistaat Sachsen vorliegen. Diese wurden durch zusätzliche Daten, welche mittels Abfalluntersuchungen und -befragungen (Primärerhebungen) gewonnen wurden, ergänzt. Die primär durchzuführenden Abfalluntersuchungen sollten nach der „Richtlinie zur einheitlichen Abfallanalytik in Sachsen – Sächsische Sortierrichtlinie 2014“ (INTECUS 2016) erfolgen. In das Untersuchungskonzept flossen des Weiteren veröffentlichte Ergebnisse anderer Projekte und Vorhaben in Deutschland ein, wie z. B. die Bestimmung der bundesweiten Restabfallzusammensetzung (Dornbusch et al. 2020). Durch statistische Berechnungen zur Qualitätssicherung wurde sichergestellt, dass das Untersuchungskonzept Ergebnisse mit hinreichender Genauigkeit sowohl für die einzelnen öRE als auch für Sachsen liefert.

Als Untersuchungsgesamtheit wurden die durch die öRE gesammelten Siedlungsabfälle aus privaten Haushalten betrachtet. Dazu gehörten

- Restabfall,
- Biogut,
- sperrige Abfälle,
- EAG und
- weitere Wertstoffe.

Die durch Getrenntsammlungen aus privaten Haushalten erfassten weiteren Wertstoffe¹ waren für die Potenzialermittlung von untergeordneter Bedeutung. Diese wurden jedoch bei den durchgeführten Berechnungen und Ermittlungen zur Gesamtbilanz 2019 berücksichtigt. Die Untersuchung der stofflichen Zusammensetzung der im Rahmen dieser Untersuchungen analysierten Siedlungsabfälle aus privaten Haushalten ermöglichte es, Potenziale zu definieren, die einer Vermeidung, einer Vorbereitung zur Wiederverwendung, dem Recycling oder einer sonstigen Verwertung zugeführt werden könnten.

1.2.3 Leichtverpackungen und gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle

Zur Schaffung einer Datengrundlage sollten die in privatwirtschaftlicher Verantwortung erfassten LVP und gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle in Sachsen bezüglich ihrer Qualität (stoffliche Zusammensetzung) und ihrer Potenziale für Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling und sonstiger Verwertung untersucht werden. Im ersten Schritt wurde für jede der in die Untersuchung einzuschließenden Abfallarten ein nachvollziehbares Untersuchungskonzept entwickelt, das die relevanten Einflussfaktoren auf die Mengen und Zusammensetzungen berücksichtigt.

Für die beiden Stoffströme ergibt sich eine unterschiedliche methodische Herangehensweise.

LVP

Da die LVP-Abfälle haushaltsnah entstehen, wurde dafür die Methode der Stichprobennahme aus den bereitgestellten Behältern am Grundstück angewendet. Diese Methode wurde auch für die Untersuchungen zum Restabfall und Biogut aus Haushalten angewendet (siehe Kapitel 1.2.2).

Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle

Für die gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle war aufgrund ihrer Herkunft, Beschaffenheit und Entsorgungsstruktur eine Untersuchungsmethodik anzuwenden, welche eine Untersuchung der Abfälle unter Nutzung einer gewerblichen Vorbehandlungsanlage beinhaltete. Erhebungen bei den Abfallverursachern (Industrie- und Gewerbebetriebe) z. B. über Gewerbeabfallkataster, sind grundsätzlich für die Ermittlung der Zusammensetzung geeignet, kamen aber aufgrund des Untersuchungsaufwandes für ein Bundesland und für den vorgegebenen Untersuchungszeitraum für diese Studie nicht in Frage.

Bei der Erarbeitung einer geeigneten Vorgehensweise waren geographische, siedlungsstrukturspezifische sowie logistische Gegebenheiten der Abfallentsorgung einzubeziehen. Weiterhin war zu prüfen, inwieweit belastbare Untersuchungsergebnisse (Sekundärerhebungen) für LVP und für den Bereich der Gewerbeabfälle zur Umsetzung des Untersuchungskonzeptes für den Freistaat Sachsen bereits vorliegen und inwieweit zusätzliche Daten durch zeitnahe Abfalluntersuchungen bzw. Befragungen (Primärerhebungen) zu erfassen waren. Zur Verbesserung der Aussagekraft und zur Validierung der für den

¹ weitere Wertstoffe: Glas, PPK, Kunststoffe, Metalle, Textilien, Holz/Kork, Reifen

Freistaat Sachsen aus vorliegenden Studien ermittelten und durch Primärerhebungen erhobenen Daten zu Mengen und Zusammensetzungen wurden auch Ergebnisse anderer Projekte und Vorhaben in Deutschland mit inhaltlichem Bezug zu diesem Vorhaben (z. B. den Forschungsarbeiten des Umweltbundesamtes (UBA) zur Effizienz der LVP-Sammlung sowie zur Gewerbeabfallentsorgung; Wagner et al., 2018) im Untersuchungskonzept berücksichtigt.

Durch statistische Berechnungen zur Qualitätssicherung wurde sichergestellt, dass das Untersuchungskonzept Ergebnisse mit hinreichender Genauigkeit für den Freistaat Sachsen liefert.

1.2.4 Bewertungskonzept

Das Bewertungskonzept zur Bestimmung von Potenzialen, die in den Abfallströmen enthalten sind, setzt auf den Ergebnissen des Untersuchungskonzeptes auf. Zur Berechnung der Potenziale für Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling und sonstiger Verwertung wurden für jeden Abfallstrom gutachterliche Bewertungen und Einschätzungen vorgenommen und ausführlich dokumentiert. Damit wurde eine transparente und nachvollziehbare Potenzialermittlung sichergestellt.

Die Untersuchung der überwiegend gemischt anfallenden Abfallströme auf ihre stoffliche Zusammensetzung ermöglichte es, Potenziale auf stofflicher Ebene zu definieren, die vermieden sowie der Vorbereitung zur Wiederverwendung, dem Recycling oder der sonstigen Verwertung zugeführt werden können. So konnte für die betrachteten Abfallströme ein vollständiges Bild bezüglich noch vorhandener Potenziale und der erreichbaren Recyclingquoten erstellt werden. Als Potenzial im Sinne dieser Studie wurden dabei die Mengen je Stoffgruppe verstanden, die noch in den gemischt erfassten Abfallströmen enthalten sind und weder vermieden noch einer Verwertung zugeführt werden. Bei der Verwertung wurde die Unterteilung gemäß Europäischer Abfallrahmenrichtlinie beachtet.

2 Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes und Definitionen

Die Untersuchungs- bzw. Zielgrößen sind die Mengen und Zusammensetzungen der kommunalen Siedlungsabfälle aus privaten Haushalten (Arbeitspaket 1 für Restabfall, Biogut, sperrige Abfälle, EAG und weitere Wertstoffe) und die Mengen und Zusammensetzungen der Abfälle aus der gewerblichen Erfassung (Arbeitspaket 2 für LVP und gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle). Die Abfallmengen aus privaten Haushalten werden in den jährlichen Siedlungsabfallbilanzen des Freistaates Sachsen berichtet. Gewerblich erfasste Abfallmengen für LVP werden in den Mengenstromnachweisen der dualen Systeme und im Falle von gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen aus Statistiken des Statistischen Bundesamtes (Import/Export) der Statistischen Landesämter (Abfallmengen und Beschäftigte je Wirtschaftszweig) ergänzt, um zusätzliche Abschätzungen zu entnehmen.

Die Zusammensetzungen nach Stoffgruppen und die Aufteilungen der Mengen nach Kampagnen und Schichten sind den verfügbaren Statistiken nicht zu entnehmen und wurden auf der Basis von Primär- und Sekundärdaten aus in Sachsen verfügbaren Abfallanalysen bestimmt (siehe Tabelle 6). Die Abfallarten Restabfall, Biogut und sperrige Abfälle, die über die Systemabfuhr bei den öRE getrennt erfasst werden, sowie der Stoffstrom LVP, der im Auftrag der dualen Systeme erfasst wird, bestehen aus einem Anteil, der aus privaten Haushalten und aus einem Anteil der aus dem gewerblichen Bereich (hausmüllähnlicher Gewerbeabfall) stammt.

Bedingt durch die aufwändige Bestimmung der stofflichen Zusammensetzung des hausmüllähnlichen Gewerbeabfalls und der Datenlage aus Abfallanalysen, für die Daten nur für den Anteil der Abfälle aus Privathaushalten vorliegen, wird der in der Systemabfuhr enthaltene hausmüllähnliche Gewerbeabfall indirekt über die Differenz aus der hochgerechneten Restabfallmenge aus privaten Haushalten und der über die Systemabfuhr der öRE bzw. dualen Systeme insgesamt erfassten Menge berücksichtigt.

In den vorliegenden Sekundäranalysen und den durchgeführten Primäranalysen für diese Studie wurden die Zusammensetzungen überwiegend für die Siedlungsabfälle aus privaten Haushalten bestimmt. Das heißt, dass die Zusammensetzung der gewerblichen Anteile in den vorliegenden Analysen in der Regel nicht gesondert untersucht wurde. Die so ermittelten Zusammensetzungen wurden dann auf die gewerblichen Anteile der Stoffströme Restabfall, Biogut und sperrige Abfälle sowie auf die LVP-Mengen übertragen. Diese Vorgehensweise ist nach Sächsischer Sortierrichtlinie zulässig und wird aus einer Reihe von Untersuchungen (z. B. in den Abfallanalysen für Berlin für 2002, 2008, 2014 und 2018, in denen die Anteile aus privaten Haushalten und gewerblicher Herkunft getrennt untersucht wurden) bestätigt. Zusätzlich ist der Fehler als gering einzuschätzen, da der gewerbliche Anteil in der Regel zwischen fünf und maximal 25 % liegt. Dies haben auch die Vergleiche aus den vorliegenden Angaben der bilanzierten

Siedlungsabfallmengen mit den aus den Abfalluntersuchungen (primär und sekundär) hochgerechneten Abfallmengen gezeigt. Auf eine separate Untersuchung der hausmüll-ähnlichen Gewerbeabfallanteile wurde aus wirtschaftlichen und sachlichen (ähnliche Zusammensetzung) Gründen verzichtet.

Die Trennung von Abfällen aus Privathaushalten und Geschäften wird bei der Stichprobenauswahl (Primärerhebung) sichergestellt. Für die in die Untersuchung einbezogenen Sekundärerhebungen wurde jeweils geprüft, inwiefern hausmüllähnliche Gewerbeabfälle in den Analysen mituntersucht wurden. Für die Berechnungen der Verwertungs- und Potenzialmengen wurden die Mengen und Zusammensetzungen der Abfälle aus der Siedlungsabfallbilanz bzw. den Mengenstromnachweisen verwendet.

Als Primäruntersuchungen werden alle Abfallanalysen bezeichnet, die im Rahmen dieser Studie die Zusammensetzung nach Stoffgruppen (soweit erforderlich) sowie die Aufteilung nach Kampagnen und Schichten durch die Projektpartner untersucht haben. Für diese Analysen wurde auf Basis der repräsentativ erhobenen Stichprobenergebnisse hochgerechnet.

Als Sekundäruntersuchungen werden alle Abfallanalysen bezeichnet, die in Sachsen ab 2016 von Dritten durchgeführt und bis Ende 2020 fertiggestellt wurden. Für diese Analysen wurde auf Basis der Berichtsergebnisse (absolute Mengen, einwohnerspezifische Mengen oder prozentuale Zusammensetzungen und Unterteilungen nach Kampagnen und Schichten je nach Studie) hochgerechnet.

3 Untersuchungskonzept für die Ermittlung des Mengengerüsts für haushaltsnahe und gewerbliche Abfälle (methodische Vorgehensweise)

Die Beschreibung der methodischen Vorgehensweise gliedert sich in die folgenden Bereiche:

- Datenerhebung,
- Datenmanagement,
- Auswertung/Hochrechnung,
- Verwertungspotentiale und
- Befragung der Wertstoffhöfe.

Im Rahmen der Datenerhebung wird die Methode der Stichprobenplanung, der Probenahme und der händischen Sortierung beschrieben. Es wird erläutert, wie aus dem heterogenen Untersuchungsgegenstand oder auch der Grundgesamtheit repräsentative und für die definierten Untersuchungsziele belastbare Ergebnisse erzielt werden. Das Datenmanagement umfasst die Harmonisierung der Erhebungsdaten, den Aufbau einer Datenbank und die Qualitätssicherung (Datenprüfung auf Vollständigkeit und Plausibilität). Im Bereich Auswertung/Hochrechnung werden die statistischen Grundlagen der Hochrechnungsmethode, d. h. die angewandten Rechenalgorithmen zur Berechnung von Schätzwerten und zugehörigen Vertrauensbereichen (sogenannte Konfidenzintervalle) beschrieben. Hochrechnungen oder auch Schätzverfahren basieren auf Zufallsstichproben und sind methodenbedingt mit einem unvermeidbaren Zufallsfehler behaftet. Diese Unsicherheit wird in der Statistik mit der Angabe von Konfidenzintervallen zur Qualitätssicherung der Ergebnisse beschrieben. Die Berechnung der Schätzwerte und Konfidenzintervalle erfolgte mit einer von ARGUS entwickelten und intern validierten Hochrechnungssoftware.

Im Rahmen der Untersuchung von Siedlungsabfällen des Freistaates Sachsen als Grundlage für Zero-Waste-Maßnahmen wurden die Mengen und Zusammensetzungen der aus privaten Haushalten stammenden Abfälle wie Restabfall, Biogut, sperrige Abfälle, EAG, weitere Wertstoffe und der gewerblich gesammelten Abfälle wie LVP und gemischter gewerblicher Siedlungsabfall untersucht. Die unterschiedlichen Erfassungssysteme, Einflussgrößen und Datenverfügbarkeit auf die jeweiligen Zielgrößen erfordern teilweise eine getrennte Beschreibung der methodischen Vorgehensweise für die Abfallarten aus den verschiedenen Herkunftsbereichen.

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind die einzubeziehenden Stoffströme und die Teilschritte der Vorgehensweise in der Übersicht dargestellt. In den folgenden Unterkapiteln wird die methodische Vorgehensweise für die Teilschritte Datenerhebung bestehend aus der Stichprobenplanung, der Probenahme, der Sortier- und Sichtungsanalysen, des Datenmanagements, bestehend aus der Harmonisierung der Daten aus den Primär- und Sekundäranalysen, dem Aufbau der Datenbank und der Qualitätssicherung sowie der Auswertung/Hochrechnung, dargestellt.

Tabelle 2: Übersicht der methodischen Vorgehensweise nach Stoffströmen

Stoffstrom	Erfassung	Kampagnen	Schichtung	Stichproben- methode	Datenbasis/Analysen- methode	Stoffgruppen- katalog	Hochrechnungs- methode
Restabfall	kommunal	3	2-stufig, Einwohnerdichte und Siedlungs- struktur	zweistufige geschichtete Zufallsauswahl	Sortieranalyse Primär- und Sekundärdaten	siehe Tabelle 7	mehrstufig/ geschichtet
Biogut		3				siehe Tabelle 8	mehrstufig/ geschichtet
sperrige Abfälle		1	2-stufig, Einwohnerdichte und Hol-/ Bringsystem		Sichtung Primär- und Sekundärdaten	siehe Tabelle 10	mehrstufig/ geschichtet
EAG			keine	keine	Statistik und Befragung	siehe Tabelle 76	keine
weitere Wertstoffe			keine	keine	Auswertung Siedlungsabfall- bilanzen	siehe Kapitel 3.3.5	keine
LVP	gewerblich	1	2-stufig, Einwohnerdichte und Siedlungs- struktur	zweistufige geschichtete Zufallsauswahl	Sortieranalyse Primär- und Sekundärdaten	siehe Tabelle 9	mehrstufig/ geschichtet
gemischt gewerblicher Siedlungs- abfall		1	keine	einfache Zufallsauswahl	Sortieranalyse Primärdaten	siehe Tabelle 11	einfach

3.1 Datenerhebung

Nachfolgend wird die in Tabelle 2 in der Übersicht dargestellte methodische Vorgehensweise im Einzelnen beschrieben. Dabei werden Methoden, die für mehrere Stoffströme gelten, zusammengefasst und Unterschiede entsprechend gekennzeichnet und erläutert.

3.1.1 Literaturrecherche, Auswertung von Statistiken, Befragungen

Zur Vorbereitung einer fundierten Untersuchungsplanung wurden im ersten Schritt die in Sachsen durchgeführten und verfügbaren Abfalluntersuchungen und deren Ergebnisse für die einzuschließenden Stoffströme recherchiert und zusammengestellt. Darüber hinaus wurden die erforderlichen Rahmendaten für das gesamte Untersuchungsgebiet recherchiert und für die Untersuchungsplanung aufbereitet. Dies erfolgte primär über eine Auswertung der sächsischen Siedlungsabfallbilanzdaten und eine Befragung der öRE. Weiterhin wurden weitere Beiträge sowie Veröffentlichungen recherchiert, die von methodischer Relevanz für das vorliegende Vorhaben sind.

Zunächst erfolgte eine Festlegung der für das Forschungsvorhaben benötigten Abfalldaten sowie der erforderlichen Randdaten. Unter Randdaten werden hier alle für die Planung und Durchführung von Abfallanalysen benötigten Informationen zusammengefasst, die keine Abfalldaten sind. Hierzu gehören Daten zur Beschreibung des Entsorgungsgebietes (Einwohner, Haushalte, Siedlungsdichte, Siedlungsstruktur, Gewerbestruktur, Wirtschaftskraft, ...) und der Entsorgungsinfrastruktur (Behälteranzahlen und Behältergrößenverteilung, Beschreibung der Sammelsysteme Restabfall und Wertstoffe, Gebührenmodelle, Entsorgungsanlagen, Tourenplanung, etc.). Da für die Planung und Hochrechnung der sachsenweit durchzuführenden Stoffstromanalysen flächendeckende Informationen zu Einwohnern, Siedlungsdichte, Bioguterfassung, Gebührensysteme, Siedlungsstrukturen, etc. benötigt wurden, wurden bestehende Informationslücken durch Anfragen beim StLA, den Landratsämtern und den öRE recherchiert. Dazu wurden mindestens folgende Randdaten auf öRE-Ebene benötigt:

- Anzahl Einwohner und Haushalte auf Ebene der öRE
- Siedlungsdichte auf Ebene der öRE
- Siedlungsstruktur auf Ebene der öRE
- Bioguterfassung und erfasste Mengen auf Ebene der öRE
- Gebührensysteme auf Ebene der öRE
- weitere relevante Randdaten

Die erforderlichen Randdaten zur Planung der Abfallanalysen auf Ebene der öRE werden für die ausgewählten öRE vor Durchführung der Sortierkampagnen erfasst.

Die Ergebnisse der Recherchen zu Abfall- und Randdaten (aus vorliegenden Daten der Projektpartner und der Literaturrecherchen) wurden evaluiert und in einer „BasisTabelle Abfalldaten“ und einer „BasisTabelle Randdaten“ zusammengefasst. Diese Basistabellen für das gesamte Untersuchungsgebiet dienen als Grundlage für die Stichprobenplanung und die Hochrechnung der Analysenergebnisse der öRE auf den Freistaat Sachsen.

Über die stoffstromspezifischen Angaben hinaus, wurden auch Angaben erhoben zu Maßnahmen, welche Auswirkungen auf die zukünftige Entwicklung der Stoffströme haben können, wie z. B. Maßnahmen zur Abfallvermeidung oder zur Verbesserung der Getrennterfassung.

Die Datenbasis für die Ermittlung der geschätzten Zusammensetzungen für die einbezogenen Stoffströme ist Tabelle 6 zu entnehmen.

3.1.2 Festlegung der Untersuchungskampagnen

Für alle Stoffströme wurde geprüft, inwieweit die Berücksichtigung jahreszeitlicher Einflüsse für die Bestimmung der Abfallmengen und -zusammensetzungen erforderlich ist. Für die Stoffströme sperrige Abfälle, LVP und gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle wurden keine jahreszeitlichen Einflüsse angenommen. Für diese Stoffströme war daher eine Kampagne ausreichend.

Die Abfallmengen und -zusammensetzungen für die Stoffströme EAG und weitere Wertstoffe wurden über Auswertungen von Statistiken (Destatis, Stiftung EAR, Siedlungsabfallbilanzen) auf Jahresbasis vorgenommen. Daher war keine Betrachtung nach Kampagnen erforderlich.

Die Restabfall- und Biogutmenge und deren Zusammensetzungen unterliegen jahreszeitlichen Schwankungen, die vor allem durch den Anfall von Garten- und Grünabfällen innerhalb der Vegetationsperiode, durch Asche in der Heizperiode sowie durch Ferienzeiten oder Feiertage verursacht werden.

Jahreszeitliche Schwankungen der Abfallmengen und -zusammensetzung werden gemäß der Sächsischen Sortierrichtlinie durch mindestens zwei zeitlich versetzte Untersuchungskampagnen (mindestens eine Analyse in der Vegetationsperiode und eine Analyse außerhalb der Vegetationsperiode) vollständig beschrieben. Liegen nur wenige Informationen zur Menge und Zusammensetzung der Abfälle und zum jahreszeitlichen Verlauf im Untersuchungsgebiet vor, so ist die Durchführung von vier Kampagnen zu empfehlen. Bei der Durchführung der Primäranalysen wurde die Durchführung von drei Untersuchungskampagnen als ausreichend angesehen.

Bei den vorliegenden Sekundäranalysen von Restabfall und Biogut lagen jeweils zwei bis vier Untersuchungskampagnen vor.

Die einzelnen Kampagnen der Primär- und Sekundäruntersuchungen für Restabfall und Biogut wurden nachfolgend genannten Kampagnenzeiträumen zugeordnet, um jahreszeitliche Schwankungen einheitlich zu berücksichtigen:

- vegetationsreiche Periode: April bis November
- vegetationsarme Periode: Dezember bis März

3.1.3 Festlegung der Schichten

Unter dem Begriff Schicht ist eine Teilgesamtheit der Grundgesamtheit zu verstehen, die sich bezüglich des Untersuchungsmerkmals (hier die Stoffzusammensetzung) homogen verhält. Durch die Bildung von Schichten wird sichergestellt, dass alle relevanten Einflussparameter auf die Zielgröße berücksichtigt werden und somit eine Verzerrung der Ergebnisse vermieden wird. Die Schichtung trägt weiterhin zur Reduzierung der Gesamtvarianz der Stichprobenwerte bei und somit zu einer Effizienzsteigerung der Untersuchung.

Zunächst wurden die öRE des Freistaats Sachsen bezüglich ihrer Siedlungsdichte geschichtet. ÖRE mit weniger als 750 Einwohnern pro Quadratkilometer wurden zum Schicht-Typ "ländlich" (Schicht-Typ 1 und 2) und öRE mit mindestens 750 Einwohnern pro Quadratkilometer wurden zum Schicht-Typ "städtisch" (Schicht-Typ 3 und 4) zugeordnet. Für Restabfall wurde zusätzlich für die Schichtung der öRE des Freistaates Sachsen der Schichtparameter der getrennt erfassten Biogutmenge von $< 25 \text{ kg}/(\text{E} \cdot \text{a})$ (Schicht-Typ 1 und 3) und $\geq 25 \text{ kg}/(\text{E} \cdot \text{a})$ (Schicht-Typ 2 und 4) berücksichtigt, da dieser eine direkte Auswirkung auf die Menge und Zusammensetzung der Restabfälle hat. Dabei entfiel der Schicht-Typ 3, da kein öRE des Freistaats Sachsen mit mehr als 750 Einwohnern pro Quadratkilometer weniger als $25 \text{ kg}/(\text{E} \cdot \text{a})$ Biogut getrennt sammelt. Für alle weiteren betrachteten Abfallströme wurde der Parameter der erfassten Biogutmenge nicht berücksichtigt.

Die durchgeführten Abfallanalysen zur stofflichen Zusammensetzung der Abfallarten und die vorliegenden Sekundärdaten wurden gemäß der Sächsischen Sortierrichtlinie in drei oder vier Bebauungsstrukturen geschichtet.

Die Einwohnerverteilung nach Bebauungsstruktur der öRE, für die geprüfte und qualitativ geeignete Sekundärdaten vorlagen, wurde in Bezug auf die Schichtung der Bebauungsstrukturen vereinheitlicht und auf die Anzahl der Einwohner 2019 angewendet.

Die Einwohnerzahlen der öRE, für die keine Angaben der Bebauungsstrukturen aus Sekundärdaten vorlagen, wurden nach Festlegung der Schichten auf Basis der Bebauungsstruktur (Wohneinheiten je Gebäudegröße aus der Zensuserhebung 2011 von Destatis auf Gemeindeebene) berechnet. Hierzu wurden die für die drei Schichten (Ein- und Zweifamilienhausbebauung (EZH), Mehrfamilienhausbebauung

(MFH) und Großwohnanlagen (GWA)) jeder Gemeinde ermittelten Einwohner auf die örE zusammenrechnet.

In den Tabellen 3 bis 5 sind die Schichtungsmatrizen der Einwohnerverteilung für die verschiedenen Abfallströme im Freistaat Sachsen aus privaten Haushalten dargestellt, die für die Auswertung und Hochrechnung zu Grunde gelegt wurden. Vergleichbare Schichtungen verschiedener Abfallströme wurden in den Matrizen zusammengefasst. Für gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle ist eine Einwohnerschichtung nicht anwendbar.

Die zweistufige Schichtung von Restabfall und LVP ist in Tabelle 3 dargestellt. Die angewandte Schichtung nach Siedlungsstruktur und Bebauungsstrukturen je örE sind für Restabfall und LVP gleich. Restabfall wird zusätzlich nach der getrennt erfassten Biogutmenge geschichtet.

Die zweistufige Schichtung von Biogut ist in Tabelle 4 dargestellt und unterscheidet sich von der für Restabfall und LVP. Grund ist der nicht flächendeckende Anschluss an die Biotonne, wodurch sich abweichende Einwohnercluster ergeben.

In Tabelle 5 ist die angewandte einstufige Schichtung von sperrigen Abfällen, EAG und weiteren Wertstoffen dargestellt. Die Schichtung nach Bebauungsstrukturen ist für diese Abfallströme nicht anwendbar, da sie überwiegend über das Bringsystem gesammelt werden.

Tabelle 3: Schichtungsmatrix für Restabfall und LVP

Schicht-Typ		Schichtparameter		örE	Schichtung der Einwohner nach Bebauungsstruktur			Einwohner
Rest-abfall	LVP ¹⁾	Siedlungs-dichte	getrennt erfasste Biogutmenge		EZH ²⁾	MFH ³⁾	GWA ⁴⁾	
		[E/km ²]	[kg/(E*a)]		[E]	[E]	[E]	[E]
1	1&2	ländlich < 750	< 25	ZAS (Erzgebirgskreis)	180.738	115.942	39.624	336.304
				Mittelsachsen	168.711	108.356	27.961	305.027
				Nordsachsen	121.992	52.904	22.930	197.826
				Leipzig	155.444	82.394	20.144	257.982
				Vogtlandkreis	112.429	68.157	46.503	227.090
				Zwickau	158.972	105.274	52.058	316.304
2			≥ 25	Görlitz	132.353	90.853	30.600	253.806
				ZAOE	269.309	154.413	64.130	487.852
				Bautzen	174.608	73.099	52.617	300.324
3	3	städtisch ≥ 750	< 25	entfällt/nicht besetzt				
4	4		≥ 25	Stadt Chemnitz	30.080	164.458	52.025	246.563
				Stadt Dresden	94.662	280.825	179.247	554.734
				Stadt Leipzig	82.438	270.870	235.540	588.848
1	1&2	ländlich < 750	< 25	Landkreise und Abfallverbände	898.286	533.027	209.220	1.640.533
2			≥ 25		576.270	318.365	147.347	1.041.982
4	4	städtisch ≥ 750	≥ 25	Kreisfreie Städte	207.180	716.153	466.812	1.390.145
Sachsen					1.681.736	1.567.545	823.379	4.072.660

1) Für LVP findet der Schicht-Typ Parameter "getrennte Bioguterfassung" keine Anwendung, die Schichten 1 und 2 werden zu einer Schicht "1&2" zusammengelegt.

2) Ein- und Zweifamilienhausbebauung mit hohen Grünflächenanteilen

3) Mehrfamilienhausbebauung: Wohnbebauung drei- bis fünfgeschossig, meist mindestens sechs Wohneinheiten je Hauseingang mit und ohne Grünflächenanteile

4) Großwohnanlagen: fünf- und mehrgeschossige Wohnbebauung mit geringen Anteil an Grünfläche

Tabelle 4: Schichtungsmatrix für Biogut

Schicht-Typ	Schichtparameter Siedlungsdichte	örE	Anschluss- grad an die Biotonne ¹⁾	Schichtung der Einwohner nach Bebauungsstruktur			angeschlossene Einwohner an die Biotonne ¹⁾	Einwohner
				EZH ²⁾	MFH ³⁾	GWA ⁴⁾		
Schicht	[E/km ²]		[%]	[E]	[E]	[E]	[E]	[E]
1&2	ländlich < 750	ZAS (Erzgebirgskreis)	27	48.422	31.062	10.616	90.100	336.304
		Mittelsachsen ⁵⁾	-	-	-	-	-	305.027
		Nordsachsen ⁶⁾	-	-	-	-	-	197.826
		Leipzig	1	1.902	1.008	247	3.157	257.982
		Vogtlandkreis	28	31.483	19.085	13.022	63.590	227.090
		Zwickau	16	24.762	16.398	8.109	49.269	316.304
		Görlitz ⁷⁾	69	91.496	62.807	21.153	175.456	253.806
		ZAOE	55	149.084	85.480	35.501	270.066	487.852
		Bautzen	60	104.765	43.859	31.570	180.194	300.324
4	städtisch ≥ 750	Stadt Chemnitz ⁸⁾	95	28.705	156.937	49.646	235.288	246.563
		Stadt Dresden	85	80.841	239.825	153.077	473.743	554.734
		Stadt Leipzig	88	72.552	238.387	207.294	518.233	588.848
1&2	<i>ländlich < 750</i>	<i>Landkreise und Abfallverbände</i>	<i>31</i> ⁹⁾				<i>831.832</i>	<i>2.682.515</i>
4	<i>städtisch ≥ 750</i>	<i>Kreisfreie Städte</i>	<i>88</i> ⁹⁾				<i>1.227.264</i>	<i>1.390.145</i>
Sachsen			51 ⁹⁾				2.059.096	4.072.660

1) Schätzungen der an die kommunale Biogutsammlung angeschlossenen Einwohner 2019 auf Basis der öRE-Daten

2) Ein- und Zweifamilienhausbebauung mit hohen Grünflächenanteilen

3) Mehrfamilienhausbebauung: Wohnbebauung drei- bis fünfgeschossig, meist mindestens sechs Wohneinheiten je Hauseingang mit und ohne Grünflächenanteile

4) Großwohnanlagen: fünf- und mehrgeschossige Wohnbebauung mit geringen Anteil an Grünfläche

5) ausschließlich gewerbliche Biotonne

6) keine Biotonne

7) Landkreis Görlitz: höchste bisher in Sachsen erreichte Anschlussgrad in Schicht 1&2 (ländliches Gebiet) an die Biotonne

8) Stadt Chemnitz: höchste bisher in Sachsen erreichte Anschlussgrad in Schicht 4 (städtisches Gebiet) an die Biotonne

9) Anschlussgrad an die Biotonne bezogen auf alle Einwohner je Schicht 1&2 (ländliches Gebiet), Schicht 4 (städtisches Gebiet) und Sachsen

Tabelle 5: Schichtungsmatrix für sperrige Abfälle, EAG und weitere Wertstoffe

Schicht-Typ	Schichtparameter	örE	Einwohner
Schicht	Siedlungsdichte [E/km ²]		[E]
1&2	ländlich < 750	ZAS (Erzgebirgskreis)	336.304
		Mittelsachsen	305.027
		Nordsachsen	197.826
		Leipzig	257.982
		Vogtlandkreis	227.090
		Zwickau	316.304
		Görlitz	253.806
		ZAOE	487.852
		Bautzen	300.324
4	städtisch ≥ 750	Stadt Chemnitz	246.563
		Stadt Dresden	554.734
		Stadt Leipzig	588.848
1&2	<i>ländlich < 750</i>	<i>Landkreise und Abfallverbände</i>	<i>2.682.515</i>
4	<i>städtisch ≥ 750</i>	<i>Kreisfreie Städte</i>	<i>1.390.145</i>
Sachsen			4.072.660

3.1.4 Stichprobenmethode

Die Menge und Zusammensetzungen der heterogenen Abfallströme Restabfall, Biogut, sperrige Abfälle, LVP und gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle wurden durch eine repräsentative Untersuchung auf Stichprobenbasis ermittelt. Im Falle von Primärerhebungen wurden die Stichproben über eine zweistufige geschichtete Zufallsauswahl gezogen. In Stufe 2 (Ebene 2) wurden Stichproben innerhalb der öRE nach drei Siedlungsstrukturen zufällig ausgewählt und geschichtet auf das Ergebnis je öRE hochgerechnet. In Stufe 1 (Ebene 1) wurden dann die verfügbaren sekundären Analysedaten und die primären Erhebungsdaten der öRE einbezogen und für die Schichten nach Einwohnerdichte auf den Freistaat Sachsen hochgerechnet. Für die Sekundärerhebungen wird davon ausgegangen, dass diese gemäß Sächsischer Sortierrichtlinie untersucht wurden und somit den Anforderungen an die Repräsentativität genügen. Das heißt, dass für die Sekundärdaten die Ergebnisse je Kampagne, Schicht und Insgesamt übernommen und diese Ergebnisse dann in Stufe 1 auf Sachsen insgesamt hochgerechnet wurden.

Für gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle wurde aufgrund der Datenlage ein einstufiges Verfahren angewandt. Ausgehend von den Stichprobendaten zur Zusammensetzung der gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle wurde die Gesamtzusammensetzung für Sachsen in einem Schritt (einstufig) hochgerechnet.

Für die Stoffströme EAG und weitere Wertstoffe wurden die Daten aus verfügbaren Statistiken ermittelt. Für diese Stoffströme wurden daher keine Stichproben einbezogen.

Zur Ermittlung qualitativ hochwertiger Ergebnisse wurden für die über Primär- und Sekundäranalysen ermittelten Abfallmengen und -zusammensetzungen die erforderlichen Stichprobenumfänge abgeschätzt. Der erforderliche Untersuchungsumfang ergibt sich aus der Streubreite für die Stoffgruppen des Abfallstroms. Es wird eine Genauigkeit von $\pm 10\%$ bei einer Sicherheit von 95% für die Gesamtmenge und die mengenrelevanten Hauptstoffgruppen je öRE und Freistaat Sachsen angestrebt. Der notwendige Stichprobenumfang innerhalb einer Schicht eines öRE berechnet sich nach Gleichung (1), die Berechnung des zulässigen Stichprobenfehlers nach Gleichung (2). Für die Berechnung muss die Streubreite (natürlicher Variationskoeffizient) des Abfalls aus vorherigen Untersuchungen bekannt sein oder abgeschätzt werden. Übliche natürliche Variationskoeffizienten für Restabfälle liegen zwischen 0,2 und 0,4.

Berechnung des notwendigen Stichprobenumfangs:

$$n = \left(\frac{\text{varkoeff}(x) * t_{(1-\alpha/(2;n-1))}}{\varepsilon_{zul}} \right)^2 \quad (1)$$

Berechnung des zulässigen Fehlers der Stichprobenerhebung:

$$\varepsilon_{zul} = \frac{\text{varkoeff}(x) * t_{((1-\alpha)/(2;n-1))}}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

n: notwendiger Stichprobenumfang

varkoeff(x): natürlicher Variationskoeffizient

t(1-α/(2;n-1)): Konfidenzkoeffizient für 95 %-ige Sicherheit für ein zweiseitiges Konfidenzintervall aus der Student-t Verteilung

ε_{zul} zulässige Genauigkeitsabweichung (Fehler)

Für die Primärerhebungen wird bei Durchführung von mindestens 3 Sortierkampagnen und einem Stichprobenumfang von mindestens 18 Stichprobeneinheiten je Kampagne die angestrebte Genauigkeit von ±10 % bei einer Sicherheit von 95 % je öRE erreicht. Für die Ergebnisse aus den Sekundäranalysen kann bei richtlinienkonformer Durchführung der Sortieranalysen und einer Qualitätssicherung ebenfalls eine Genauigkeit von ±10 % je öRE angenommen werden.

Durch die Anzahl der verfügbaren Abfallanalysen (siehe Tabelle 6) sind für die Hochrechnung auf den Freistaat Sachsen ca. sieben Sortieranalysen mal 54 Stichprobeneinheiten für Restabfall, 5-mal 54 Stichprobeneinheiten für Biogut und 4-mal 18 Stichprobeneinheiten für LVP verfügbar. Damit kann auf der ersten Auswahlstufe von einer deutlich größeren statistischen Power² für die Genauigkeit ausgegangen werden. Für die Gesamtmenge und für die mengenrelevanten Stoffgruppen des Restabfalls, des Bioguts und der LVP des Freistaates Sachsen kann daher eine Genauigkeit im unteren einstelligen Bereich erwartet werden. Für sperrige Abfälle und gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle kann methodisch bedingt keine erreichbare Genauigkeit angegeben werden. Für EAG und weitere Wertstoffe ist aufgrund der Datenquellen mit einer hohen Genauigkeit zu rechnen.

3.1.5 Erhebungs- und Analysemethoden

Für die Auswertung und Hochrechnung wurden Primär- und Sekundäranalysen sächsischer öRE aus den letzten fünf Jahren genutzt. In Tabelle 6 ist die Anzahl der Primär- und Sekundäranalysen je Schicht und Abfallstrom dargestellt.

Für den Abfallstrom EAG wurden Daten von Destatis und der Stiftung EAR für 2019, welche die Sammel-mengen der öRE enthalten, verwendet (siehe Kapitel 3.3.4). Die Daten für die weiteren Wertstoffe wur-

² Die statistische Power ist ein Qualitätsmerkmal einer statistischen Auswertung. Sie wird allgemein verwendet, um abzuschätzen, wie viele Stichprobeneinheiten zur Durchführung einer Analyse erforderlich sind.

den der Siedlungsabfallbilanz 2019 des Freistaats Sachsen (LFULG 2020) entnommen. Für den gemischten gewerblichen Siedlungsabfall wurden die sächsische Siedlungsabfallbilanz 2019 und die Ergebnisse der Sortierung 2021 herangezogen.

Tabelle 6: Datenbasis der Auswertung - Anzahl der Primär- und Sekundäranalysen

Abfallstrom	Schicht 1&2 - ländlich		Schicht 4 - städtisch		Analysen
Art der Analysen	primär	sekundär	primär	sekundär	Anzahl
Restabfall	1	3		3	7
Biogut	1	1		3	5
sperrige Abfälle	1	1	1		3
LVP	2		1	1	4

3.1.6 Sekundäranalysen

Die Bestimmung des Mengengerüsts nach Stoffgruppen (Materialien) für kommunal erfasste Abfallströme aus privaten Haushalten und für gewerblich erfasste Abfallströme in Sachsen sollte über Sekundäranalysen (vorliegende Abfalluntersuchungen zu den stofflichen Zusammensetzungen der heterogenen Stoffströme) erfolgen und mit Primäranalysen zur Schließung von Datenlücken ergänzt werden.

Die bereits vorhandenen Daten und Sekundäranalysen aus Sachsen im Zeitraum 2016 bis 2020 wurden bezüglich ihrer Repräsentativität und qualitativen Eignung für die Hochrechnung auf den Gesamtwert für Sachsen geprüft. Die verfügbaren Sekundäranalysen (siehe Tabelle 6) müssen den Anforderungen der Sächsischen Sortierrichtlinie genügen bzw. mindestens kompatibel für eine Auswertung mit Analysen, die nach dieser Richtlinie durchgeführt wurden, sein. Dabei war insbesondere zu prüfen, ob sie hinsichtlich:

- des Untersuchungsgegenstandes,
- der Anzahl der Sortierkampagnen,
- des Stichprobenumfangs,
- der Schichtung nach Siedlungs-/Bebauungsstrukturen,
- den Sortierstoffgruppen und
- der Aktualität der Analyse (maximal fünf Jahre alt)

geeignet sind, um sie für die vorgesehene Sekundärdatenanalyse heranzuziehen.

Da die Auswertung und Hochrechnung der Sortiererergebnisse für Restabfall und Biogut auch kampagnenweise erfolgen sollte, mussten die Daten der Sekundäranalysen im ausreichenden Detail zur Verfügung stehen, d. h. je öRE-Bebauungsstruktur (EZH, MFH, GWA), die absoluten Wochenmengen und die dazugehörigen Einwohner. Diese Informationen wurden je Kampagne benötigt. Lücken wurden durch

gezielte Nachfragen durch Übergabe von Sortierdaten außerhalb der verfügbaren Sortierberichte im Laufe des Projekts geschlossen.

Die geprüften und qualitativ geeigneten Sekundäranalysen wurden dann in Bezug auf die Schichtung der Bebauungsstrukturen (siehe Kapitel 3.1.3) und die Stoffgruppen (siehe Kapitel 3.2.1) vereinheitlicht. Alle für die statistischen Auswertungen relevanten Datenerhebungen aus den Sekundärdaten wurden in eine Datenbank überführt. Zentrale Variablen in der Datenbank sind die einwohnerspezifischen Werte nach öRE, Schicht, Stoffgruppen und Kampagne.

Die Anzahl der in die Untersuchung einbezogenen Sekundäranalysen ist in Tabelle 6 dargestellt.

3.1.7 Primäranalysen

Im Vorfeld wurde aus der Datenlage hinsichtlich vorhandener Sortieranalysen (Sekundärerhebungen) abgeleitet, in welchen Gebieten noch Sortieranalysen (Primärerhebungen) für welche Abfälle durchgeführt werden müssen. Die Probenahme und Sortierung erfolgten nach einem mit dem LfULG abgestimmten Sortierkatalog auf Basis der Sächsischen Sortierrichtlinie und dem in der bundesweiten Hausmüllanalyse (Dornbusch et al., 2020) verwendeten Stoffgruppenkatalog.

3.1.7.1 Restabfall und Biogut

3.1.7.1.1 Auswahl Stichprobengebiete und Stichprobenumfang

Für jede Schicht wurde ein geeignetes Untersuchungsgebiet festgelegt, in dem die Sortierproben gesammelt werden.

Zur Berücksichtigung saisonaler Einflüsse, insbesondere der Vegetationsperiode, erfolgte zusätzlich eine Schichtung nach den Jahreszeiten (Winter, Frühling, Sommer).

Die Größe einer Stichprobeneinheit wurde mit ca. 1 m³ festgelegt. Pro Schicht und Jahreszeit wurden je 6 Stichprobeneinheiten gesammelt und sortiert.

3.1.7.1.2 Probenahme

Die Sammlung der Stichproben erfolgte am Tag der regulären Abfuhr mit einem Sammelfahrzeug. Um eine schonende Sammlung des Probegutes sicherzustellen, kam als Sammelfahrzeug ein Pressplattenfahrzeug zum Einsatz, das mit geringem Anpressdruck betrieben wurde.

Im Rahmen der Stichprobennahme wurden in allen Bebauungsstrukturen die Parameter Adresse, Behältertyp, Behälterfüllstand und Nebengestellungen vor der Leerung aufgenommen, überschlägig das Schüttvolumen aufsummiert und bei Bedarf Behälter von der Probenahme ausgeschlossen. Bei Erreichen des benötigten Schüttvolumens in einer Bebauungsstruktur wurde die Probenahme beendet und

die Stichprobenmasse zum Sortierplatz transportiert. Die Sammelmasse wurde je nach Verfügbarkeit einer Fahrzeugwaage im Fahrzeug verwogen.

Anschließend erfolgte die Befüllung der Probenbehälter per Radlader nach Anweisung der Sortierleitung.

3.1.7.1.3 Sortierung

Die Sortierung von Restabfall war eine Kombination aus Sortierung und Siebung. Die Stichprobeneinheiten wurden separat in die Fraktionen

- > 40 mm,
- 10-40 mm (Mittelfraktion) und
- < 10 mm (Feinfraktion) gesiebt.

Die Siebung erfolgte am Siebtisch mit Rundlochung.

Die Sortierung der Fraktion > 40 mm erfolgte vollumfänglich in die Stoffgruppen, welche in Tabelle 7 und Tabelle 8 dokumentiert sind. Die Zusammensetzung der Mittelfraktion 10-40 mm wurde analog der Vorgaben der Sächsischen Sortierrichtlinie durch Sortierung einer repräsentativen Teilmenge nach der 1. Differenzierungsebene ermittelt.

Die Stoffgruppen entsprechen denen der bundesweiten Hausmüllanalyse bis zur dritten Differenzierungsebene (Dornbusch et al., 2020).

Tabelle 7: Stoffgruppen für Restabfall

Nr.	Stoffgruppe
1	Glas
1-1	Glasverpackungen/Behälterglas
1-2	Glas-Nichtverpackungen
1-3	Glas 10-40 mm
2	Papier/Pappe/Kartonagen (PPK)
2-1	PPK-Verpackungen
2-2	Druckerzeugnisse
2-3	Sonstige PPK
2-4	PPK 10-40 mm
3	Kunststoffe
3-1	Kunststoffverpackungen
3-1-1	Kunststoffverpackungsfolien
3-1-2	Kunststoffverpackungen (Hartkunststoffe)
3-1-3	Kunststoffverpackungen als Mülltüten (Einweg-Taschen)
3-1-4	Schaumstoffverpackungen
3-1-5	Kunststoffverpackungen, nicht differenziert
3-2	Sonstige Kunststoffe
3-2-1	Sonstige Kunststoffe, Gebrauchsgegenstände

Nr.	Stoffgruppe
3-2-2	Abfallsäcke und -tüten keine Verpackungen
3-2-3	Kunststoffe 10-40 mm
4	Metalle
4-1	Fe-Metallverpackungen
4-2	Nichteisen (NE) Verpackungen
4-3	Fe-Metalle, Gebrauchsgegenstände
4-4	NE-Metalle, Gebrauchsgegenstände
4-5	Metalle 10-40 mm
4-5-1	Fe-Metalle 10-40 mm
4-5-2	NE-Metalle 10-40 mm
5	Textilien/Schuhe, Leder
5-1	Bekleidungstextilien
5-2	Sonstige Textilien
5-3	Altschuhe, Leder
5-4	Textilien/Schuhe, Leder 10-40 mm
6	Holz/Kork
6-1	Holz/Kork
6-2	Holz/Kork 10-40 mm
7	Verbunde
7-1	Verbundverpackungen
7-2	Sonstige Verbundmaterialien
7-3	Elektro- und Elektronikaltgeräte (EAG)
7-4	Verbunde 10-40 mm
8	Hygieneprodukte
8-1	Hygienepapiere, nicht als PPK verwertbar
8-2	Windeln/ Sonstige Hygieneprodukte
8-3	Hygieneprodukte 10-40 mm
9	Inertmaterial
9-1	Inertmaterial
9-2	Inertmaterial 10-40 mm
10	Organische Abfälle
10-1	Küchen-/Nahrungsabfälle
10-1-1	Küchenabfälle
10-1-2	Nahrungsabfälle
10-1-3	Verpackte Lebensmittel
10-2	Gartenabfälle
10-3	sonstige Organik (z. B. Kleintierstreu)
10-4	Organik 10-40 mm
11	Sonstige Abfälle
11-1	Sonstige Abfälle > 40 mm
11-2	Sonstige gefüllte Verpackungen
11-3	Sonstige Abfälle 10 bis 40 mm

Nr.	Stoffgruppe
12	Problem-/Schadstoffe
12-1	Batterien
12-2	Lacke und Farben
12-3	Quecksilberhaltige Leuchtmittel
12-4	Organische Lösungsmittel und Kühlmittel
12-5	Arzneimittel
12-6	Altchemikalien (Reinigungsmittel, Holz-/Pflanzenschutzmittel)
12-7	Ölabfälle und Abfälle aus flüssigen Brennstoffen
12-8	Belastete Bauabfälle (z. B. Asbest)
12-9	Sonstiger schwermetallhaltiger Abfall
12-10	Sonstiges (Problem-/Schadstoffe)
12-11	Problem-/Schadstoffe nicht differenziert
12-12	Problem-/Schadstoffe 10-40 mm
14	Fraktion 0 bis 10 mm

Biogut

Analog der Methodik zur Bestimmung der Restabfallzusammensetzung waren auch beim Biogut Siebschnitte vorgesehen. Aufgrund der Erfahrungen der letzten Jahre wurde jedoch nur eine Siebung mit 40 mm durchgeführt. Die hohe Feuchte und pastösen Bestandteile im Biogut verfälschen bei einer feineren Siebung das Ergebnis. Der gleiche Effekt ist in der Fraktion < 40 mm zu beobachten, weshalb diese nicht sortiert wurde. Die Sortierung der Fraktion > 40 mm erfolgte nach den in der Tabelle 8 dargestellten Stoffgruppen.

Tabelle 8: Stoffgruppen Biogut

Nr.	Stoffgruppe
1	Glas
2	Papier/Pappe/Kartonagen (PPK)
3	Kunststoffe
3-1	Hartkunststoffe, sonstige Folien
3-2	Große Beutel > A4, dickwandig
3-3	Sonstige Beutel (Müllbeutel)
3-4	Kleine Beutel (Hemdchenbeutel)
3-5	BAW-Beutel
4	Metalle
4-1	Fe-Metalle
4-2	NE-Metalle
5	Textilien/Schuhe, Leder
6	Holz/Kork
7	Verbunde
8	Hygieneprodukte
9	Inertmaterial

Nr.	Stoffgruppe
10	Organische Abfälle
10-1	Küchen-/Nahrungsabfälle
10-1-1	Küchenabfälle
10-1-2	Nahrungsabfälle
10-1-3	Verpackte Lebensmittel
10-2	Gartenabfälle
10-3	Sonstige Organik
11	Problem-/Schadstoffe
12	Sonstige Abfälle
14	Fraktion < 40 mm

3.1.7.1.4 Erhebung von Rahmendaten

Für die Bestimmung des einwohnerspezifischen Aufkommens und der Hochrechnung der Daten wurden seitens des örE

- die an die Probenbehälter angeschlossenen Einwohner,
- die letzte Entleerung der Probenbehälter vor der Probenahme und
- die Aufteilung der Einwohner des Landkreises auf die Bebauungsstrukturen

zur Verfügung gestellt.

3.1.7.2 Leichtverpackungen

3.1.7.2.1 Auswahl Stichprobengebiete und Stichprobenumfang

Bei der Analyse von LVP wurde davon ausgegangen, dass saisonale Unterschiede vernachlässigbar sind. Die Analyse erfolgte daher in einer Kampagne.

Die Größe einer Stichprobeneinheit wurde mit ca. 1 m³ festgelegt. Pro Schicht wurden je 10 Stichprobeneinheiten gesammelt und sortiert.

3.1.7.2.2 Probenahme

Die Sammlung der Stichproben erfolgte am Tag der regulären Abfuhr mit einem regulären Sammelfahrzeug. Um eine schonende Sammlung des Probegutes sicherzustellen, kam als Sammelfahrzeug ein Pressplattenfahrzeug zum Einsatz, das mit geringem Anpressdruck betrieben wurde.

Im Rahmen der Stichprobennahme wurden in allen Bebauungsstrukturen die Parameter Adresse, Behältertyp (bzw. Gelber Sack), Füllstand (bzw. Anzahl Gelber Säcke) und Nebengestellungen vor der Leerung aufgenommen. Bei Bedarf wurden Behälter von der Probenahme ausgeschlossen. Bei Erreichen des benötigten Schüttvolumens in einer Bebauungsstruktur wurde die Probenahme beendet und die Stichprobeneinheit(-en) zum Sortierplatz transportiert.

Anschließend erfolgte die Umladung der Probenmasse in die Probenbehälter per Radlader.

3.1.7.2.3 Sortierung

Die Sortierung von LVP ist eine Kombination aus Sortierung und Siebung. Die Stichprobeneinheiten wurden separat in die Fraktionen

- > 40 mm,
- 10-40 mm (Mittelfraktion) und
- < 10 mm (Feinfraktion) gesiebt.

Die Siebung erfolgte am Siebtisch mit Rundlochung.

Die Sortierung der Fraktion > 40 mm erfolgt nach den in der Tabelle 9 dargestellten Stoffgruppen. Nach der Sortierung wurde jede Stoffgruppe je Siebschnitt einzeln verwogen und protokolliert.

Tabelle 9: Stoffgruppen Leichtverpackungen

Nr.	Stoffgruppe
1	Glas
1-1	Glasverpackungen/Behälterglas
1-2	Glas-Nichtverpackungen
2	Papier/Pappe/Kartonagen (PPK)
2-1	PPK-Verpackungen
2-2	Druckerzeugnisse
2-3	Sonstiges PPK
3	Kunststoffe
3-1	Kunststoffverpackungen
3-1-1	Kunststoffverpackungsfolien
3-1-2	Kunststoffverpackungen (Hartkunststoffe)
3-1-3	Kunststoffverpackungen als Mülltüten (Einweg-Taschen)
3-2	Sonstige Kunststoffe
3-2-1	Sonstige Kunststoffe, Gebrauchsgegenstände
3-2-2	Abfallsäcke und -tüten keine Verpackungen
4	Metalle
4-1	Fe-Metallverpackungen
4-2	NE-Verpackungen
4-3	Fe-Metalle, Gebrauchsgegenstände
4-4	NE-Metalle, Gebrauchsgegenstände
5	Textilien/Schuhe, Leder
5-1	Bekleidungstextilien
5-2	Sonstige Textilien
5-3	Altschuhe, Leder
6	Holz/Kork
6-1	Holz/Kork
7	Verbunde

Nr.	Stoffgruppe
7-1	Verbundverpackungen
7-2	Sonstige Verbundmaterialien
7-3	Elektro- und Elektronikaltgeräte (EAG)
8	Hygieneprodukte
8-1	Hygienepapiere, nicht als PPK verwertbar
8-2	Windeln/Sonstige Hygieneprodukte
9	Inertmaterial
9-1	Inertmaterial
10	Organische Abfälle
10-1	Küchen-/Nahrungsabfälle
10-1-1	Küchenabfälle
10-1-2	Nahrungsabfälle
10-2	Verpackte Lebensmittel
10-3	Gartenabfälle
10-4	Sonstige Organik
11	Sonstige Abfälle
11-1	Sonstige Abfälle > 40 mm
11-2	Sonstige gefüllte Verpackungen
12	Problem-/Schadstoffe
13	Fraktion 10 bis 40 mm
14	Fraktion 0 bis 10 mm

3.1.7.2.4 Erhebung von Rahmendaten

Für die Bestimmung des einwohnerspezifischen Aufkommens wurden die angeschlossenen Einwohner der beprobten Adressen bei den öRE oder den kommunalen Einwohnermeldeämtern abgefragt.

3.1.7.3 Sperrige Abfälle

Die Ermittlung der Zusammensetzung sperriger Abfälle erfolgte mittels Sichtung gemäß Sächsischer Sortierrichtlinie.

Methode Holsystem

Die Sichtung sperriger Abfälle vor Ort ist im Vergleich zur Sortierung besser geeignet, um das Wiederverwendungspotenzial zu beurteilen. Eine Sortierung nach der Sammlung wäre aus mehreren Gründen ungeeignet gewesen. Zum einen werden sperrige Abfälle häufig per Tandemabfuhr (mit zwei Sammelfahrzeugen) gesammelt, was eine (teilweise mechanische) Trennung des Stoffstroms zur Folge hat. Zum zweiten werden im Pressplattenfahrzeug ggf. noch wiederverwendbare Einzelstücke zerstört und sind bei der Sortierung nicht mehr auf die Eignung zur Wiederverwendung prüfbar. Allerdings ist bereits ein großer Teil der bereitgestellten Gegenstände so weit demontiert, dass sich die Wiederverwendbarkeit bei der Sichtung nicht mehr feststellen lässt. Entsprechend wird bei dieser Methodik der Anteil der Wiederverwendbarkeit systematisch unterschätzt.

Die Sichtung der sperrigen Abfälle fand an den Anfallstellen unmittelbar vor der Ladung in das Sammel-fahrzeug statt.

Pro ausgewähltem öRE wurde ein Untersuchungsumfang von je einer Sammeltour pro Bebauungsstruk-tur festgelegt, also je nach Sammelgebiet und Anfallmenge 25 bis 45 Anfallstellen pro Tour.

Methode Bringsystem

Die Sichtung der im Bringsystem gesammelten sperrigen Abfälle erfolgt am Anlieferfahrzeug unmittel-bar vor/während der Entladung auf dem Wertstoffhof. Parallel dazu erfolgte eine Befragung der anlie-fernden Abfallerzeuger (siehe auch Kapitel 3.5).

Stoffgruppen

Bei der Untersuchung vor Ort (Hol- und Bringsystem) wurden die in der Tabelle 10 dargestellten Stoff-gruppen gesichtet:

Tabelle 10: Sichtungs-Stoffgruppen für sperrige Abfälle

Nr.	Stoffgruppe
1	Glas
2	Papier/Pappe/Kartonagen (PPK)
3	Kunststoffe
4	Metalle
4-1	Fe-Metalle
4-2	NE-Metalle
5	Textilien, Teppiche, textile Fußbodenbeläge
6	Holz (Vollholz und Holzwerkstoff)
6-1	Holzanteil 95-100 %
6-2	Holzanteil 50-95 %
7	Verbunde
7-2	Sonstige Verbundmaterialien
7-2-1	Holzanteil 25-50 %
7-2-2	Matratzen
7-2-3	Polstermöbel
7-2-4	Sonstige Verbunde
7-3	Elektro- und Elektronikaltgeräte (EAG)
10	Organische Abfälle
11	Problem-/Schadstoffe
12	Sonstige Abfälle

3.1.7.4 Gemischt gewerblicher Siedlungsabfall

Ursprünglich war eine Sichtung gemischt gewerblicher Siedlungsabfälle über die Sichtung einzelner Fahrzeugladungen, die an eine Vorbehandlungsanlage angeliefert werden, geplant. Dank der Zusage eines Anlagenbetreibers, eine Anlagenbilanz mit Sortieranalyse einzelner Stoffströme durchzuführen, die genauere Ergebnisse in mehr Stoffgruppen liefert, entfiel die Sichtung.

Sortierung

Dank der Bereitschaft eines Anlagenbetreibers, eine definierte Menge an gemischtem gewerblichem Siedlungsabfall hinsichtlich Input und Outputströmen zu bilanzieren, wurde die ursprünglich geplante Sortieranalyse einzelner Chargen des Anlageninputs durch eine Sortieranalyse aller Outputströme während der Anlagenbilanz ersetzt. Vorteil der Sortierung von aufbereiteten Teilströmen ist eine höhere Homogenität, die eine geringere Stichprobenmenge je Teilstrom zulässt. Damit kann bei gleichem Sortieraufwand eine deutlich größere Probenmenge analysiert werden.

Ein Teil des Anlagenoutputs war homogenen Stoffgruppen (z. B. Eisenschrotte, Folien) direkt zuzuordnen, so dass auf eine Sortierung verzichtet werden konnte. Der Siebunterlauf des Siebs vor der Sortierung wurde aufgrund der geringen Einzelstückgröße, des vergleichsweise geringen Mengenanteils und der Heterogenität ebenfalls nicht sortiert.

Die Probenahme der Teilströme erfolgte aus dem Haufwerk nach den Vorgaben der Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen (LAGA PN 98).

Die Auswahl der Stoffgruppen richtete sich nach der Sortierbarkeit des Materials. Es wurden mindestens die in Tabelle 11 aufgeführten Stoffgruppen analysiert. Soweit die Materialqualität es zuließ, wurde die Stoffgruppenauswahl bis hin zur Vorgabe der Restabfallsortierung aus dem Arbeitspaket 1 und der Stoffgruppen für die Sortieranalyse der LVP erweitert (siehe Tabelle 9). In jedem Fall wurde bei der Auswahl der Stoffgruppen die Kompatibilität mit den Ergebnissen der kommunal gesammelten Haushaltabfälle und den LVP sichergestellt.

In folgende Stoffgruppen wurde sortiert:

Tabelle 11: Stoffgruppen gemischt gewerblicher Siedlungsabfall

Nr.	Stoffgruppe
1	Glas
1-1	Glas > 40 mm
1-3	Glas 10-40 mm
2	Papier/Pappe/Kartonagen (PPK)
2-1	PPK-Verpackungen
2-2	Druckerzeugnisse
2-3	Sonstige PPK
2-4	PPK 10-40 mm
3	Kunststoffe
3-1	Kunststoffverpackungen
3-1-1	Kunststoffverpackungsfolien
3-1-2	Kunststoffverpackungen (Hartkunststoffe)
3-2	Sonstige Kunststoffe
3-2-1	Sonstige Kunststoffe, Gebrauchsgegenstände
3-2-2	Abfallsäcke und -tüten keine Verpackungen
3-2-3	Kunststoffe 10-40 mm
4	Metalle
4-1	Fe-Metalle
4-2	Nichteisen (NE)
4-5	Metalle 10-40 mm
4-5-1	Fe-Metalle 10-40 mm
4-5-2	NE-Metalle 10-40 mm
5	Textilien/Schuhe, Leder
5-1	Textilien
5-3	Altschuhe, Leder
5-4	Textilien/Schuhe, Leder 10-40 mm
6	Holz/Kork
6-1	Holz/Kork
6-2	Holz/Kork 10-40 mm
7	Verbunde
7-1	Verbundverpackungen
7-2	Sonstige Verbundmaterialien
7-3	Elektro- und Elektronikaltgeräte (EAG)
7-4	Verbunde 10-40 mm
8	Hygieneprodukte
8-1	Hygieneprodukte > 40 mm
8-3	Hygieneprodukte 10-40 mm

Nr.	Stoffgruppe
9	Inertmaterial
9-1	Inertmaterial
9-2	Inertmaterial 10-40 mm
10	Organische Abfälle
10-1	Küchen-/Nahrungsabfälle
10-2	Gartenabfälle
10-3	Sonstige Organik
10-4	Organik 10-40 mm
11	Problem-/Schadstoffe
11-1	Batterien
11-5	Arzneimittel
11-8	Belastete Bauabfälle (z. B. Asbest)
11-12	Problem-/Schadstoffe 10-40 mm
12	Sonstige Abfälle
12-1	Sonstige Abfälle
12-3	Sonstige Abfälle 10-40 mm
14	Fraktion 0 bis 10 mm

3.2 Datenmanagement

3.2.1 Harmonisierung der Erhebungsdaten

Die aus Primär- und Sekundäranalysen vorliegenden Analysedaten für die Zusammensetzung der zu betrachtenden Abfallarten basieren sowohl auf der Sächsischen Sortierrichtlinie als auch auf dem in der bundesweiten Hausmüllanalyse (Dornbusch et al., 2020) verwendeten Stoffgruppenkatalog. Die in den Ergebnistabellen ausgewiesenen Stoffgruppen der vorliegenden Untersuchung sollen für alle Hauptstoffgruppen Kompatibilität zur bundesweiten Hausmüllanalyse aufweisen. Außerdem sollen alle begutachteten Abfallarten untereinander auf Ebene der Hauptstoffgruppen vergleichbar bzw. kompatibel sein, um sie für die Potentialbetrachtung stoffstromübergreifend betrachten zu können. Dafür wurden die ausgewiesenen Stoffgruppen der Primär- und Sekundäranalysen sowie die einbezogenen Daten aus Statistiken auf erster Ebene (Hauptstoffgruppen) harmonisiert. Die Stoffgruppen der verschiedenen Sekundärdaten wurden auf Basis der Stoffgruppen der bundesweiten Hausmüllanalyse (Dornbusch et al., 2020) harmonisiert, da jede Sekundäranalyse bezüglich der Sortierstoffgruppen Unterschiede aufwies. Die sortierten Stoffgruppen der einzelnen Untersuchungen wurden dabei den definierten Ergebnis-Stoffgruppen der Auswertung zugeordnet.

Durch die Berücksichtigung und Harmonisierung von Sekundärdaten mit unterschiedlichen Stoffgruppenkatalogen und Sortierdetails kommt es teilweise zu Lücken im Datensatz der Sekundäranalysen.

Diese fehlenden Informationen wurden für die entsprechenden Stoffgruppen durch Schätzungen geschlossen. Die Schätzungen zum Füllen von Datenlücken orientieren sich an folgendem Vorgehen:

- Die in einigen Untersuchungen fehlende stoffliche Aufteilung der sortierten Mittelfraktion bzw. der Fraktion < 40 mm wurde anhand von Schätzungen aus vorhandenen Sekundärdaten der gleichen Schicht ergänzt.
- Die Summe von Stoffgruppenaggregaten, Hauptstoffgruppen und Gesamtsummen der Untersuchung blieb erhalten. Einzige Ausnahme: Wenn Stoffgruppen nicht unter der dafür vorgesehen Hauptstoffgruppe sortiert wurden, wurden Umverteilungen mit anderen Stoffgruppen vorgenommen und die Summe dieser Stoffgruppen konstant gehalten.
- Als Schätzwerte sollten in erster Linie einwohnerspezifische Mengen eines öRE aus derselben Schicht verwendet werden. Zusätzlich entstandene Mengen mussten bei anderen Stoffgruppen reduziert werden. Alternativ, d. h., wenn keine Daten aus öRE derselben Schicht vorhanden waren, wurden mittlere, gewichtete einwohnerspezifischen Mengen aus anderen öRE genutzt.
- Stoffgruppen, die selbst Aggregate sind und nicht weiter differenziert waren, wurden im Mengen-Verhältnis der öRE mit verfügbaren Daten aufgelöst.
- Schätzungen basieren nur auf erhobenen Werten, nicht auf bereits geschätzten Werten bzw. aufgefüllten Datenlücken.

3.2.2 Aufbau der Datenbank

Die Verwaltung aller auswertungsrelevanten Daten erfolgte in einer Datenbank im Microsoft-Access-Format. Die Datenbank besteht aus verschiedenen thematischen Teilen. Der Kern der Datenbank enthält die bei den Sortieranalysen (Primär- und Sekundäranalysen) ermittelten Daten (Ergebnisse in kg/(E*a)) sowie eine Abbildung der Stichprobeneinheiten (beprobte öRE, Kampagnen). Darüber hinaus wurde die Struktur des Freistaates Sachsen auf Ebene der Kreisfreien Städte und Landkreise abgebildet, um die für die mehrstufige Hochrechnung notwendigen Daten zu verwalten (vor allem Einwohner- und andere Strukturdaten). Der dritte Teil besteht aus Tabellen zur Klassifikation der für die Auswertung auf öRE- und Bundeslandebene vorgegebenen Schichten und deren Merkmalen. Zentrale Variablen in der Datenbank sind die einwohnerspezifischen Werte nach öRE, Schicht und Stoffgruppen. Schließlich wurde mittels Abfragen eine Qualitätskontrolle durchgeführt.

Die Daten aus den Primär- und Sekundärerhebungen wurden mittels automatisierter Importfunktionen aus den Importblättern (im Excel-Format) in die Datenbank importiert. Die importierten Daten umfassen alle erhobenen Sortierstoffgruppen sowie Schätzwerte für fehlende Fraktionen (10-40 mm, < 10 mm).

Alle relevanten öRE-Daten (Einwohner- und Strukturdaten, Abfallmengen, etc.) entstammen der sächsischen Siedlungsabfallbilanz 2019 und wurden unter Verwendung der offiziellen Schlüssel hierarchisch umgesetzt.

Die Ergebnisse der Primär- bzw. Sekundäranalysen wurden dann mittels der für die Analyse notwendigen Klassifikation der Schichten und deren Merkmalen mit den Einwohner- und andere Strukturdaten verknüpft, um die mehrstufige Hochrechnung durchzuführen.

Die Qualitätskontrolle bestand in der Zusammenstellung der wesentlichen Merkmale der für die Beurteilung der Stichprobenergebnisse erforderlichen Kenndaten mittels Prüfabfragen. Alle erforderlichen Korrekturen wurden anhand von Prüfbemerkungen auf Datensatzebene dokumentiert und kommentiert. Durch die bestehenden Importmodule und automatisierte Löschfunktionen konnten auch komplette Kampagnen reibungslos neu in die Datenbank überführt und validiert werden.

3.2.3 Qualitätssicherung

Im Rahmen des Datenmanagements wurden Maßnahmen zur Qualitätssicherung angewendet, um einerseits die Konsistenz der Daten und andererseits die Plausibilität der Ergebnisse zu gewährleisten. Dies spielte insbesondere an den Schnittstellen des Datenaustausches oder nach abgeschlossenen Zwischenschritten der Auswertung eine wichtige Rolle.

Alle Daten aus Sekundärerhebungen wurden vor ihrer Einbeziehung in die Auswertungen bezüglich ihrer Qualität geprüft und anschließend aufbereitet, um sie in die benötigten Datenformate für die Auswertung zu überführen. In Bezug auf die Qualitätssicherung der Daten aus Primäranalysen wird auf die methodische Vorgehensweise der Primärerhebungen (Abfallanalysen, Sortierung nach Stoffgruppen) verwiesen (Kapitel 3.1.7). Auch bei den primär erhobenen Daten fand eine Überführung in die Auswertungsformate im Schritt der Datenaufbereitung statt.

Nach dem Schritt der Datenaufbereitung für die Auswertung der Abfallarten Restabfall, Biogut und LVP wurden Überprüfungen der Berechnungen hinsichtlich Qualität und rechnerischer Stimmigkeit durch eine zweite Person vorgenommen. Erst nach ggf. erforderlicher Anpassung und entsprechender Freigabe wurden die aufbereiteten Daten in die Datenbank aufgenommen und somit zur weiteren Auswertung bereitgestellt.

Für die anschließende Auswertung der Daten per Tabellenkalkulation bestand somit eine weitere Schnittstelle. Auch hier wurden umfängliche Überprüfungen der aus der Datenbank abgerufenen Daten durchgeführt, u. a. in Bezug auf Vollständigkeit, mögliche Übertragungsfehler oder Übereinstimmung mit den erforderlichen Datenformaten und Schicht-Parametern. Diese Prüfung bezog sich – je nach Abfallart – im Einzelnen insbesondere auf die abgestimmte Zuordnung der Stoffgruppen, mengenmäßige

Übereinstimmung mit den übermittelten Primär- und Sekundärdaten im Originalzustand und auf die korrekte Zuordnung der Daten gemäß Schichtung und Jahreszeit.

Im Bereich der Datenauswertung wurden Qualitätsaspekte protokolliert, die im weiteren Verlauf zu klären waren oder ggf. eine erneute Überarbeitung der aufbereiteten Daten erforderlich machten. Durch einen Vorher-Nachher-Vergleich in den Teilschritten der Auswertung wurden eventuelle Änderungen im Datensatz und Auswirkungen auf die Ergebnisse verfolgt.

Schließlich wurden die Auswertungen sämtlicher Abfallarten wiederum internen Qualitätsüberprüfungen unterzogen, um sie auf Plausibilität zu prüfen und zu validieren. Dabei spielte insbesondere der Vergleich mit den Werten der sächsischen Siedlungsabfallbilanz 2019 eine wichtige Rolle, sowie der Vergleich von Hochrechnungsergebnissen relevanter Stoffgruppen mit Kennwerten aus anderen Untersuchungen. Nach ggf. erforderlichen Korrekturen wurden anschließend die erstellten Ergebnisse noch einmal durch eine zweite Person gegengeprüft.

3.3 Auswertung und Hochrechnung sowie Darstellung der Ergebnisse zur Menge und Zusammensetzung

3.3.1 Auswertung und Hochrechnung

Für die Auswertung und Hochrechnung wurden für jede Abfallart spezifische Vorgehensweisen umgesetzt.

Das Vorgehen für die Abfallarten Restabfall, Biogut und LVP ist dabei grundsätzlich gleich. Das allgemeine Vorgehen zur mehrstufig geschichteten Hochrechnung ist in Abbildung 1 dargestellt, wobei je nach Abfallart bestimmte Anpassungen aufgrund der Datenlage oder angestrebten Detailtiefe der Auswertung erforderlich waren. Die Daten aus den Sortieranalysen im Rahmen des Projektes (Primärdaten) und die zur Verfügung stehenden Sekundärdaten (Analysen von Dritten) wurden für die Hochrechnung zusammengeführt. Die Auswertung erfolgte zunächst getrennt nach Kampagnen bzw. Vegetationsperioden. Anschließend wurde die Hochrechnung auf Jahresebene durchgeführt.

Ausgangspunkt waren dabei einwohnerspezifische Mengen auf Stichproben-Ebene, die entweder direkt oder durch entsprechende Aufbereitung von Daten verfügbar waren. Im nächsten Schritt wurde entlang der Einwohner auf die örE-Ebene hochgerechnet. Auf dieser Ebene wurden geeignete Schätzwerte zur Hochrechnung auf Schicht-Ebene erzeugt, und die Hochrechnung auf Schicht-Ebene erfolgte wiederum entlang der Einwohner der Schicht-Typen. Nach saisonaler Gewichtung der Werte je Vegetationsperioden wurden die Jahresmengen bestimmt.

Dieses Vorgehen zur Hochrechnung kam in angepasster Form für die sperrigen Abfälle sowie die gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle zur Anwendung. Die Anpassungen der Methode bezogen sich

dabei auf die Anzahl der Stufen der Hochrechnung (zweistufig bzw. einstufig), die Schichtung (differenziert nach Erfassungssystem bzw. ohne differenzierte Schichtung), die Bezugsgröße für die Hochrechnung (Einwohner bzw. Beschäftigte in Wirtschaftszweigen) und die zeitliche Ebene, auf der die Hochrechnung stattfindet (in beiden Fällen direkt auf Jahresebene). In den folgenden Kapiteln wird das Vorgehen zur Hochrechnung erläutert.

Im Unterschied dazu basierte die Auswertung für die weiteren Wertstoffe aus privaten Haushalten und für die EAG nicht auf Hochrechnungen. Das jährliche Aufkommen und Zusammensetzung dieser Abfallarten wurden der sächsischen Siedlungsabfallbilanz 2019 entnommen bzw. aus entsprechenden Statistiken zum Aufkommen abgeleitet.

Das Vorgehen zur Auswertung und Hochrechnung der Siedlungsabfälle aus privaten Haushalten wird im Folgenden erläutert.

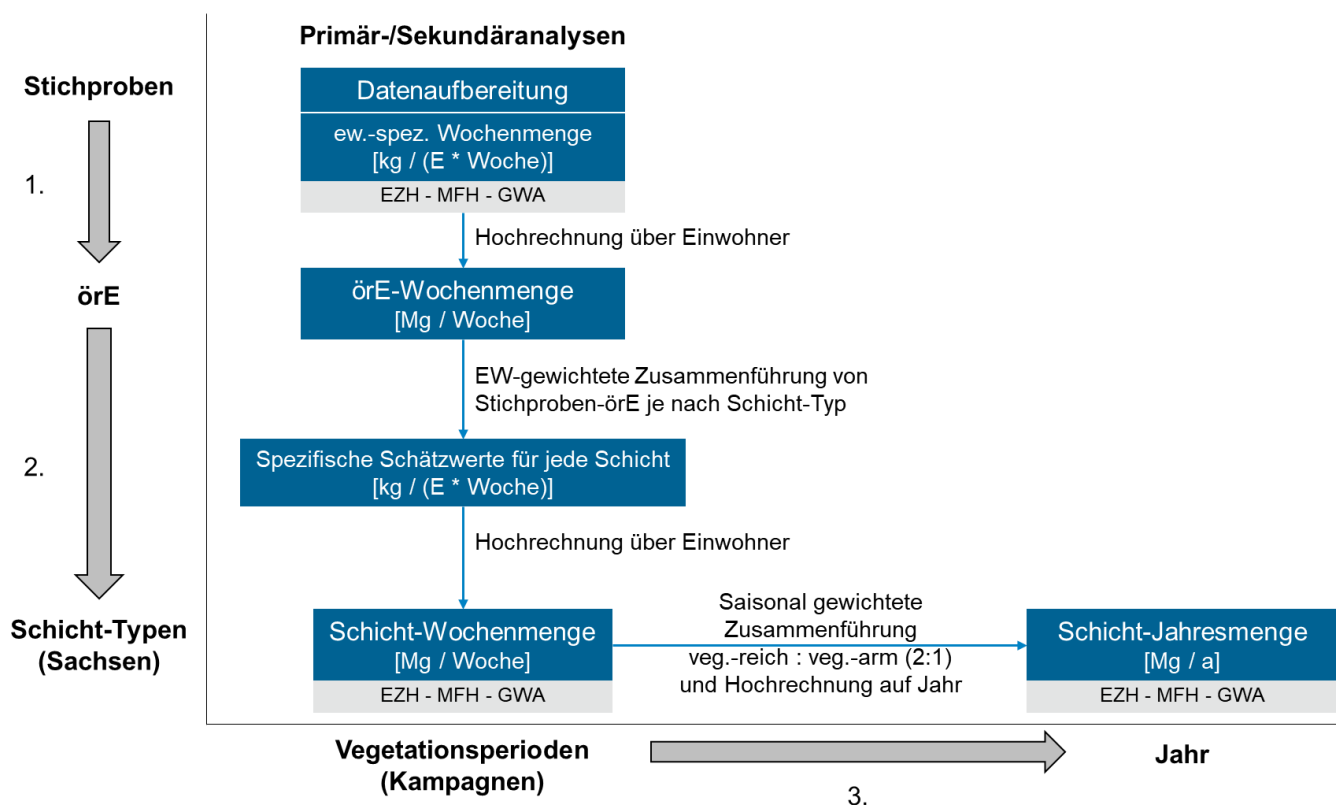


Abbildung 1: Schematisches Vorgehen zur Hochrechnung der heterogenen Abfälle am Beispiel von Restabfall und Biogut

3.3.2 Geschichtete Hochrechnung für Restabfall, Biogut, Leichtverpackungen, sperrige Abfälle

Die im Folgenden beschriebene Methode zur mehrstufig geschichteten Hochrechnung gilt für die untersuchten Abfallarten Restabfall, Biogut, LVP (Gelbe Tonne/Gelber Sack) und sperrige Abfälle. Abweichungen von der beschriebenen Methode der geschichteten Hochrechnung werden im Folgenden für jede Abfallart erläutert.

Basierend auf der beschriebenen Stichprobenmethodik, den Primär- und Sekundärdaten sowie den erhobenen Randdaten wurde eine Hochrechnungsmethode entwickelt und entsprechende Auswertungsalgorithmen programmiert. Das Auswertungs- und Hochrechnungstool greift auf die in die Auswertungsdatenbank zu importierenden Sortiererergebnisse und Randdaten zu. Die Berechnung der Zielparаметer (Abfallmenge, Zusammensetzung) für Restabfall, Biogut, LVP und sperrige Abfälle erfolgte mit den adjustierten Daten aus den Primär- und Sekundärerhebungen über eine geschichtete mehrstufige Hochrechnung entlang der angeschlossenen Einwohner (Verhältnis aus Einwohner je Schicht in der Grundgesamtheit zu Einwohner je Schicht in der Stichprobe). Als geeigneter Schätzwert für die Hochrechnung wird das Verhältnis aus der Stichprobenmenge und der der Stichprobe zugeordneten Einwohner verwendet. Dabei werden die Abfallmengen der Teiluntersuchungsgebiete (Bebauungsstrukturen der verfügbaren Sekundäranalysen und der durchgeführten Primäranalyse) im ersten Schritt auf die öRE und im zweiten Schritt auf Sachsen hochgerechnet. Die Schichtung der Auswertung erfolgte gemäß Kapitel 3.1.3.

Dafür wurden nach der Hochrechnung auf öRE-Ebene die untersuchten öRE gemäß ihrer Zugehörigkeit zu den Schicht-Typen zusammengelegt. Datenlücken wurden durch Schätzungen auf Basis vorhandener Daten geschlossen, so dass für jeden Schicht-Typ ein über die Einwohner gewichteter Schätzwert für die einwohnerspezifischen Wochenmengen bestimmt wurde. Über die Verteilung der Einwohner gemäß Schichtungsmatrix erfolgte getrennt für jede Vegetationsperiode die Hochrechnung auf Sachsen. Für die beiden Abfallarten Restabfall und Biogut fand zudem eine Auswertung differenziert nach Vegetationsperiode statt. Im anschließenden Schritt wurde die Hochrechnung auf die Jahresmengen durchgeführt. Zur Berechnung der Jahresmengen wurden die Wochenmengen jeder Vegetationsperiode saisonal gewichtet zusammengeführt.

Zur Berücksichtigung saisonaler Einflüsse wurden für Restabfall und Biogut die folgenden Stoffgruppen im angegebenen Verhältnis von vegetationsreicher Periode zu vegetationsarmer Periode gewichtet:

- Stoffgruppe 10-2 (Gartenabfälle) im Verhältnis 2:1
- Stoffgruppe 14 (Fraktion 0 bis 10 mm) im Verhältnis 2:1

Alle übrigen Stoffgruppen wurden im Verhältnis 1:1 gewichtet, um aus den Wochenmengen einen Schätzwert für die Jahresmengen zu erhalten.

Die so ermittelten Schätzwerte für die Wochenmengen werden auf 365 Tage hochgerechnet, um die erwarteten Jahresmengen auf Ebene der öRE und der Schicht-Typen zu erhalten.

Die Ergebnisse der Hochrechnung wurden auf Plausibilität geprüft und durch Abgleich mit der sächsischen Siedlungsabfallbilanz 2019 validiert. Dabei wurde geprüft, ob die hochgerechnete Jahresgesamtmenge eine Differenz von 10-20 % für Restabfall³, bis zu 10 % für Biogut und 5-25 % für LVP im Vergleich zur Siedlungsabfallbilanzmenge für die jeweils untersuchte Abfallart aufweist. Abfälle aus dem Kleingewerbe, welche in der sächsischen Siedlungsabfallbilanz bei den entsprechenden Abfallarten nicht separat ausgewiesen werden, konnten über diese Hochrechnung berücksichtigt werden. Die Ergebnisse für jede Abfallart wurden nach den folgenden Schichtungsparametern auf Ebene von Hauptstoffgruppen ausgewertet und vergleichend gegenübergestellt, um z. B. saisonale Effekte oder den Einfluss der Biogut-Erfassung auf den Organik-Anteil im Restabfall zu beleuchten:

Schichtungsparameter

- Siedlungsdichte
- Bioguterfassung
- Vegetationsperiode
- Schicht-Typ (1, 2 und 4) und Vegetationsperiode
- Bioguterfassung und Vegetationsperiode
- Siedlungsdichte und Vegetationsperiode.

Das Auswertungs- und Hochrechnungstool erzeugt ein Standard-Set an Tabellen und Abbildungen je Kampagne, Schicht, öRE und Schichtung innerhalb der öRE nach Stoffgruppen.

Beim Restabfall wird mit der je öRE getrennt erfassten einwohnerspezifischen Biogutmenge ein zusätzlicher Schichtungsparameter eingeführt, so dass hier insgesamt drei unterschiedliche Schicht-Typen berücksichtigt wurden (siehe Tabelle 3):

- Schicht-Typ 1: ländlich ($< 750 \text{ E/km}^2$), getrennte Bioguterfassung $< 25 \text{ kg}/(\text{E} \cdot \text{a})$
- Schicht-Typ 2: ländlich ($< 750 \text{ E/km}^2$), getrennte Bioguterfassung $\geq 25 \text{ kg}/(\text{E} \cdot \text{a})$
- Schicht-Typ 4: städtisch ($\geq 750 \text{ E/km}^2$), getrennte Bioguterfassung $\geq 25 \text{ kg}/(\text{E} \cdot \text{a})$

³ Die in der Systemabfuhr enthaltenen Abfälle aus dem Kleingewerbe werden indirekt über die Differenz aus hochgerechneter Siedlungsrestabfallmenge aus privaten Haushalten und der über die Systemabfuhr insgesamt erfassten Menge berücksichtigt.

Beim Biogut, LVP und sperrigen Abfällen entfiel die Schichtung nach erfasster Biogutmenge, so dass insgesamt nur zwei Schicht-Typen auftraten: Das sind die nachfolgend genannten Schicht-Typen:

- Schicht-Typ 1&2: ländlich ($< 750 \text{ E/km}^2$), entstanden aus Zusammenlegung der ursprünglichen Schicht-Typen 1 und 2 (siehe Restabfall) zu einer Schicht
- Schicht-Typ 4: städtisch ($\geq 750 \text{ E/km}^2$)

Bei den LVP und den sperrigen Abfällen konnte der Schritt der Hochrechnung auf die Jahresebene entfallen, da hier keine jahreszeitliche Auswertung nach Vegetationsperioden vorgesehen war. Die Hochrechnung der LVP basierte auf einer Sortierkampagne je öRE.

Sperrige Abfälle wurden auf Grundlage der stichprobenartig untersuchten Zusammensetzung und der aus der sächsischen Siedlungsabfallbilanz 2019 übernommenen Jahresmengen der öRE direkt auf der Jahresebene ausgewertet. Die Zusammensetzung der sperrigen Abfälle wurde dabei zweistufig hochgerechnet.

Im Unterschied zu den vorherigen Abfallarten wurde bei den sperrigen Abfällen nicht nach Bebauungsstrukturen (EZH, MFH, GWA) geschichtet, sondern nach der Erfassung im Hol- und Bringsystem. In jedem Schicht-Typ wurde die Verteilung der sperrigen Abfälle auf die Hol- und Bringsysteme der beprobten öRE auf diejenigen öRE übertragen, für die keine Informationen zur Aufteilung vorlagen. Eine Zuordnung zur Bebauungsstruktur bei Erfassung der sperrigen Abfälle im Bringsystem war nicht möglich, so dass hier keine differenziertere Auswertung vorgenommen werden konnte.

3.3.3 Einstufige Hochrechnung für gemischt gewerblichen Siedlungsabfall

Die Hochrechnung des gemischt gewerblichen Siedlungsabfallaufkommens basierte auf abfallspezifischen Kennwerten sächsischer Wirtschaftszweige und auf der Zahl der insgesamt in diesen Wirtschaftszweigen beschäftigten Personen.

Dafür wurde die je beschäftigte Person erzeugte Menge hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle (Abfallschlüsselnummer 20 03 01 02) im Freistaat Sachsen 2018 zu Grunde gelegt, die für die befragten Betriebe in einem Wirtschaftszweig ermittelt wurden (StLA, 2021a). Relevante Wirtschaftszweige für die Auswertung waren die Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, das produzierende Gewerbe und der Dienstleistungssektor. Die spezifische Abfallmenge je Person wurde mit der jeweiligen Zahl der insgesamt Beschäftigten im Wirtschaftszweig hochgerechnet.

Die Zusammensetzung des gemischten gewerblichen Siedlungsabfallaufkommens wurde auf Ebene einer Stichprobe bestimmt (siehe dazu Kapitel 3.1.7.4).

Eine Plausibilisierung für das geschätzte Aufkommen von 2018 über das Bruttoinlandsprodukt und die in Deutschland insgesamt anfallende Menge an Gewerbeabfällen kommt zu einer etwas geringeren Menge jedoch ähnlicher Größenordnung. Der Vergleich mit der in Sachsen insgesamt entsorgten Gewerbeabfallmenge, ließ den Schluss zu, dass bei der hochgerechneten Menge eine Überschätzung vorliegt⁴. Aufgrund dieser vermuteten Überschätzung wurde ein asymmetrisches Intervall von -20 % bis +10 % angenommen, um das gemischte gewerbliche Siedlungsabfallaufkommen einzugrenzen.

Im Zuge der Validierung des gesamten Aufkommens und der abgeschätzten Exportmengen wurde ebenfalls überprüft, dass keine notifizierungspflichtigen gemischten gewerblichen Siedlungsabfälle ins Ausland verbracht wurden. Eine Überprüfung von exportierten Mengen gemäß "grün gelisteter Abfälle" wurde verworfen, weil sich darüber kein Aufschluss über den Behandlungszustand der Abfälle (Direktexporte oder bereits behandelte Abfälle) ergeben würde. Der entsprechende Schlüssel in der Außenhandelsstatistik für gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle ist zu unscharf.

Für das Jahr 2019 war die entsprechende Statistik noch nicht verfügbar. Es wurde mit Blick auf die wirtschaftliche Entwicklung (Bruttoinlandsprodukt) 2018 und 2019 angenommen, dass sich das hochgerechnete Aufkommen näherungsweise auch auf 2019 übertragen lässt.

3.3.4 Auswertung für Elektro- und Elektronikaltgeräte

Für die Auswertung der Elektro- und Elektronikaltgeräte (EAG) wurde auf die Statistik der Stiftung Elektro-Altgeräte Register (EAR), enthält Sammel Mengen der öRE, vom LfULG zur Verfügung gestellt und Destatis⁵ (Gesamtsammel Mengen) von 2019 zurückgegriffen. Gewerbliche Quellen von EAG wurden in der Berechnung nicht berücksichtigt.

Die Auswertung des Aufkommens erfolgte auf Ebene von Jahresmengen und je Sammelgruppe (SG) nach den Gerätekategorien des Elektro- und Elektronikgerätegesetzes (ElektroG). Die Schichtung der Auswertung erfolgte gemäß Kapitel 3.1.3. Eine Zuordnung der EAG im Bringsystem zu der Bebauungsstruktur des Bringenden ist nicht möglich.

Bei der Auswertung wurde nach kommunaler Erfassung und einer Erfassung durch Vertreiber (Handel) unterschieden. EAG aus privaten Haushalten werden durch die öRE gesammelt. Dazu gehören auch EAG aus privaten Haushalten, welche durch Vertreiber (Handel) oder Gewerbebetriebe bei dem öRE abgegeben

⁴ Betrachtet wurden dafür „hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, getrennt vom Hausmüll angeliefert oder eingesammelt“ (EAV 20 03 01 02).

⁵ Zur Erstbehandlung angenommene Elektro- und Elektronikaltgeräte 2019, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Tabellen/liste-erstbehandlung.html>

werden, sofern der Vertreiber (Handel) seine Niederlassung im Gebiet des öRE hat. EAG aus sonstigen Herkunftsbereichen unterliegen ebenso einer Sammelpflicht, soweit Beschaffenheit und die Menge dieser Geräte mit der Beschaffenheit und Menge von üblicherweise in privaten Haushalten anfallenden Geräten vergleichbar sind.

Die kommunalen Sammelmengen wurden über die Daten der Stiftung EAR (überwiegend an Wertstoffhöfen gesammelten EAG) abgebildet. Die Bestimmung der Mengen, die über Vertreiber (Handel) von EAG entsorgt wurden, erfolgte über einen Differenzansatz auf Basis von bundesdurchschnittlichen Pro-Kopf-Sammelmengen je Produktkategorie (Destatis) und der je öRE und SG ausgewiesenen Mengen im EAR. Je SG wurde die Differenz aus der Gesamtsammelmenge (Destatis) und der Erfassungsmengen durch die öRE (Stiftung EAR) berechnet und in den Ergebnissen getrennt ausgewiesen. Für eine genauere Bestimmung der Differenz liegen die von der amtlichen Statistik (Destatis) erhobenen Daten zur Erstbehandlung angenommener Elektro- und Elektronikaltgeräte ausschließlich auf Bundesebene vor.

3.3.5 Weitere Wertstoffe

Für die Auswertung der weiteren Wertstoffe wurde die sächsische Siedlungsabfallbilanz 2019 verwendet. Eine stoffliche Zusammensetzung der zu untersuchenden Wertstoffarten war auf Grund der getrennt erfassten Monofractionen dieser Wertstoffarten hier nicht zu berücksichtigen. Die Schichtung der Auswertung erfolgte gemäß Kapitel 3.1.3. Eine Zuordnung der Wertstoffe nach Hol- und Bringsystem zur Bebauungsstruktur je öRE war nicht möglich.

Die kommunal, gewerblich und gemeinnützig erfassten Mengen gemäß der sächsischen Siedlungsabfallbilanz 2019 lagen für jeden öRE als Jahresmengen vor. Für die Aufkommensmengen der verschiedenen Materialströme wurden die mittleren Verlustraten⁶ berechnet. Die Verlustraten sollen gewährleisten, dass Materialien und Stoffe, die im Rahmen weiterer Verfahren vor dem Recycling entfernt werden und anschließend nicht recycelt werden, nicht für das Gewicht der als recycelt gemeldeten Abfälle berücksichtigt werden (Europäische Abfallrahmenrichtlinie Artikel 11a, Abs. 2, Buchstabe b). Die Verlustrate zielt somit auf die Bestimmung der Fremd- und Störstoffe im Abfall, die nicht in das Recyclingverfahren eingehen und somit zu einer Überschätzung der Recyclingmenge führen würden.

⁶ Quellen zur Berechnung der Verlustraten:

- Flachglas: Potrykus et al., 2021
- Altreifen: Annahme: Altreifen werden „sortenrein“ erfasst, Auskunft 30.09.2021, Mehlhart Consulting
- Restliche Wertstoffe: ARGUS GmbH et al., 2019

Für jeden Materialstrom innerhalb des Stoffstroms "weitere Wertstoffe":

- Glas
- Papier, Pappe und Kartonagen (PPK)
- Kunststoffe
- Metalle
- Textilien/Schuhe, Leder
- Holz/Kork

wurden die Daten nach öRE und Herkunft der Wertstoffe (kommunale, gewerbliche und gemeinnützige Sammlung) zusammengestellt und das Pro-Kopf-Aufkommen, die Verlustraten und die somit zur Verwertung geeignete Menge berechnet.

3.3.6 Zusammenfassung für die Verwertungs- und Potenzialanalyse

Die Bestimmung der stofflichen Zusammensetzungen sowie die Aufteilung der Mengen und Zusammensetzungen nach Kampagnen und Schichten erfolgte auf Basis der Primär- und Sekundäranalysen. Primäranalysen wurden schwerpunktmäßig dort durchgeführt, wo Lücken aus den vorliegenden Sekundäranalysen vorhanden waren. Eine Übersicht der durchgeführten Primäranalysen sowie eine Übersicht der verwendeten Sekundäranalysen sowie weiteren Datenquellen und Statistiken ist je Abfallart in Tabelle 2 und Tabelle 6 dargestellt.

Die in den Primär- und Sekundäranalysen bestimmten stofflichen Zusammensetzungen sowie die Aufteilung der Mengen und Zusammensetzungen nach Kampagnen und Schichten wurden auf die Abfallmengen der sächsischen Siedlungsabfallbilanz 2019, die Mengenstromnachweise 2020 sowie die verwendeten Datenquellen und Statistiken übertragen. Dieser Schritt erfolgte ebenfalls für die Plausibilisierung der hochgerechneten stofflichen Zusammensetzungen für alle Stoffströme nach Kampagnen, Schichten und für den Freistaat Sachsen insgesamt.

Es wurde davon ausgegangen, dass sich die Zusammensetzung der Abfälle aus dem Kleingewerbe nicht wesentlich von der der privaten Haushalte unterscheidet. Die ermittelte stoffliche Zusammensetzung von Restabfall, Biogut und LVP wurde auf das Gesamtaufkommen gemäß der in der sächsischen Siedlungsabfallbilanz 2019 ausgewiesenen Abfallmenge angewandt, um das einwohnerspezifische Aufkommen zu berechnen.

Für die weiteren Berechnungen zur Abfallverwertung und den Potenzialbetrachtungen steht somit ein repräsentatives und qualitativ abgesichertes Datengerüst zur Verfügung.

3.4 Potenzialbetrachtung

Die Basis für die Potenzialermittlung stellt das Kreislaufpotenzial dar. Das Kreislaufpotenzial wird durch die Summe der Potenziale für Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling und sonstige Verwertung bestimmt.

Für die Ermittlung des Kreislaufpotenzials der verschiedenen Abfallströme wurde für jede einzelne Stoffgruppe der Anteil der vermeidbaren Abfälle bestimmt. Die derzeitigen Verwertungsquoten der Stoffgruppe wurden auf den nicht vermeidbaren Anteil umgerechnet.

3.4.1 Stoffgruppe Glas

Glas wird unterschieden in die Sorten Hohlglas bzw. Verpackungsglas, Flachglas und feuerfestes Glas.

Verpackungsglas wird überwiegend getrennt nach Farbe über Depotcontainer im Bringsystem gesammelt. Verpackungsglas enthält bis zu 7 % Metalle in Form von Deckeln und anderen Verschlüssen. Diese werden als recyclingfähige Fremdstoffe aussortiert und der Metallverwertung zugeführt. Weitere 3-5 % des Verpackungsglas bestehen aus nicht recyclingfähigen Fremdstoffen. Für die Ermittlung des Vermeidungspotenzials wurde angenommen, dass der Anteil an Pfand-Flaschen im Restabfall vermeidbar ist. Für die Verwertungspotenziale wurde auf die Recyclingbilanz einer Sortieranlage für Verpackungsglas zurückgegriffen (INTECUS, JRC 2020).

Flachglas wird für eine Vielzahl an Anwendungen beschichtet oder laminiert, was dessen Recycling erschwert. In der Verwertung werden nur 11 % wieder in der Flachglasproduktion eingesetzt. Weitere 80 % gehen in andere Glasprodukte und 9 % in die sonstige Verwertung oder Beseitigung (Rose et al., 2019). Flachglas aus Privathaushalten wird auf Wertstoffhöfen getrennt gesammelt.

Feuerfestes Glas ist aufgrund der sehr unterschiedlichen Schmelzpunkte nicht recyclingfähig und wird daher über den Restabfall entsorgt. Solche Glasfraktionen können daher im Restabfall nicht vollständig vermieden werden.

Glas-Nichtverpackungen im Restabfall bestehen überwiegend aus feuerfestem oder sonstigem geformtem Glas, welches nicht verwertbar ist. Der Anteil an Flachglas wird auf 30 % geschätzt.

Tabelle 12: Potenzialbetrachtung für Glasabfälle

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
1-1	Glasverpackungen/ Behälterglas	1 %		96 %	3 %	
1-2	Glas-Nichtverpackungen			27 %	3 %	70 %

Das Verwertungspotenzial von Glas ist abhängig vom Umgang mit dem Sammelgut. Das Verdichten oder Umladen führt zu erhöhtem Bruch und damit zu einem höheren Feinanteil. Dieser stört die Glas-sortierung und senkt die Ausbeute an Rezyklaten.

3.4.2 Stoffgruppe Papier, Pappe und Kartonagen

Im Restabfall wird die Stoffgruppe PPK von graphischem Papier wie Zeitungen und Zeitschriften dominiert. Gerade Zeitungspapier wird zum Einschlagen von organischen Abfällen oder Scherben genutzt. Bei stark durchfetteten Papieren, wie beispielsweise Backpapier oder Pizzakartons, sind die Bürger dazu angehalten, diese im Restabfall zu entsorgen. Verschmutzte oder durchfettete PPK sind nicht für das Recycling geeignet und werden energetisch verwertet.

Bestimmung des vermeidbaren Anteils

Als vermeidbare Anteile von PPK-Abfällen werden Werbedrucke und Einwegprodukte aus dem Außer-Haus-Verzehr angesehen.

Es wird angenommen, dass mit Ausnahme von Pizzakartons Einwegprodukte aus dem Außer-Haus-Verzehr durch Mehrweglösungen ersetzbar sind. In Tabelle 13 sind die Ergebnisse der GVM-Studie zum Aufkommen für 2017 dargestellt (GVM 2018). In der Studie wurden Verbunde mit der Hauptstoffgruppe zusammengefasst. Da Verbunde eine eigene Stoffgruppe darstellen, müssen diese aus dem Aufkommen an papierbasierten Produkten herausgerechnet werden.

Für die Potenzialberechnung wurde angenommen, dass es sich bei Getränkebechern auf Papier-Basis immer um Verbunde handelt. Für die anderen Einwegprodukte außer Pizzakartons wurde der Anteil an Verbunden auf 50 % geschätzt. Das Aufkommen an potenziell vermeidbaren PPK-Einwegprodukten liegt dadurch bei 51.453 Mg in 2017. Das Aufkommen an PPK-Verpackungsabfällen aus Haushalten betrug im selben Jahr 2.227.000 Mg (Schüler, 2020). Der Anteil vermeidbarer PPK-Verpackungen aus dem Außer-Haus-Verzehr beträgt demnach 2 %.

Tabelle 13: Einwegprodukte auf PPK-Basis aus dem Außer-Haus-Verzehr in 2017

Produktgruppe	Aufkommen 2017	Verbunde	PPK-Verbunde	PPK - verbundfrei
	[Mg]	Anteil	[Mg]	[Mg]
Getränkebecher	36.962	100 %	36.962	
Pizzakartons	49.800	0 %		49.800
andere Einwegprodukte auf Papier-Basis	102.905	50 %	51.452	51.453
Summe	189.667		88.415	101.253

Quelle: GVM 2018

Die Stoffgruppe Druckerzeugnisse entspricht der Papiersorte 1.11 Deinkingware. Laut Krebs et al. (2019) enthält die Papiersorte 1.11 rund 42 % Werbungdrucke. Für die Potenzialbetrachtung wird angenommen, dass die Hälfte der Werbedrucke vermeidbar ist (21 %). Die Verwertungsquoten für PPK-Verpackungen wurden Dornbusch et al. (2020) entnommen, die für Druckerzeugnisse Putz und Schabel (2018).

Sonstige PPK bestehen fast ausschließlich aus Backpapier, welches nicht recycelt werden kann und über den Restabfall entsorgt wird.

PPK wird mit Pressfahrzeugen gesammelt, wodurch eine spätere Vorbereitung zur Wiederverwendung von PPK technisch nicht möglich ist.

Tabelle 14: Potenzialbetrachtung für PPK-Abfälle

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
2-1	PPK-Verpackungen	2 %		86 %	12 %	0,2 %
2-2	Druckerzeugnisse	21 %		59 %	20 %	
2-3	Sonstige PPK				100 %	

3.4.3 Stoffgruppe Kunststoffe

Die Stoffgruppe Kunststoffe setzt sich aus Kunststoffverpackungen und sonstigen Kunststoffen zusammen. Zu den sonstigen Kunststoffen zählen Abfallsäcke und Mülltüten, sowie diverse Haushaltsgegenstände. Sie werden als nicht vermeidbar und nicht wiederverwendbar gewertet. Laut UBA (2021b) fielen in 2019 rund 5,34 Mio. Mg Post-Consumer-Kunststoffabfälle an. Davon entfallen 2,06 Mio. Mg auf Kunststoffverpackungen (GVM 2020). Über die Differenz zwischen beiden Angaben lassen sich das Aufkommen und die Verwertungsquoten der sonstigen Kunststoffe berechnen (siehe Tabelle 15).

Tabelle 15: Berechnung des Aufkommens und der Verwertungsquote von sonstigen Kunststoffen für 2019

Aufkommen [Mio. Mg]	gesamt	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung	Quelle
Post-Consumer-Abfälle	5,34	2,06	3,25	0,03	UBA 2021
- Verpackungen	2,06	1,27	0,78	0	GVM 2020
<i>Verwertungsquote Verpackung</i>		62 %	38 %	0 %	GVM 2020
= sonstige Kunststoffe	3,28	0,79	2,47	0,03	
<i>Verwertungsquote sonstige</i>		24 %	75 %	1 %	

Bestimmung des vermeidbaren Anteils

Es wird angenommen, dass Einwegprodukte aus dem Außer-Haus-Verzehr durch Mehrweglösungen ersetzbar sind. In Tabelle 16 ist das Aufkommen für 2017 dargestellt. Für die Potenzialbetrachtung wurde angenommen, dass 10 % der anderen Einwegprodukte auf Kunststoff-Basis Verbundverpackungen sind.

Tabelle 16: Einwegprodukte auf Kunststoff-Basis aus dem Außer-Haus-Verzehr in 2017

Produktgruppe	Aufkommen 2017	Verbunde	Kunststoff-Verbunde	Kunststoff - verbundfrei
	[Mg]	Anteil	[Mg]	[Mg]
Getränkebecher	18.473	0 %		18.473
andere Einwegprodukte auf Kunststoff-Basis	59.113	10 %	5.911	53.202
Summe	77.586		5.911	71.675

Quelle: GVM 2018

In Tabelle 17 wird das Aufkommen an potenziell vermeidbaren oder wiederverwendbaren Verpackungen zusammengefasst. Neben den Abfällen aus dem Außer-Haus-Verzehr werden Vorverpackungen bei Obst und Gemüse als vermeidbare Verpackungen angesehen. PET-Einwegflaschen lassen sich durch Mehrwegflaschen ersetzen. PET-Einwegflaschen werden daher dem Potenzial der Vorbereitung zur Wiederverwendung zugerechnet.

Tabelle 17: Aufkommen an vermeidbaren oder wiederverwendbaren Kunststoffverpackungen

Aufkommen [Mg]	Vermeidbar	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Quelle
Einwegprodukte aus dem Außer-Haus-Verzehr	71.675		GVM 2018
Vorverpackungen bei Obst	29.637		NABU 2020
Vorverpackungen bei Gemüse	36.229		NABU 2020
PET-Getränkeflaschen		405.000	NABU 2020
Summe	137.541	405.000	
Anteil an Kunststoffverpackungen	7 %	20 %	

Potenzialbetrachtung

Für die Potenzialbetrachtung wurden die Verwertungsquoten der beiden Stoffgruppen (siehe Tabelle 15) auf den verbleibenden Anteil nach Abzug von Vermeidung und Vorbereitung zur Wiederverwendung umgerechnet.

Tabelle 18: Potenzialbetrachtung für Kunststoffabfälle

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
3-1	Kunststoffverpackungen	8 %	20 %	45 %	28 %	0 %
3-2	Sonstige Kunststoffe			24 %	75 %	1 %

Zu den sonstigen Kunststoffen zählen hier auch Abfallsäcke und Mülltüten sowie diverse Haushaltsgegenstände. Es ist zu berücksichtigen, dass das Recyclingpotenzial nur zu einem Teil durch die Qualität des Sammelguts und die technische Ausstattung der Sortieranlage bestimmt wird. Der Output von Sortieranlagen wird wesentlich durch die Nachfrage und den Marktpreis für Kunststoffrezyklate beeinflusst.

3.4.4 Stoffgruppe Metalle

Metallabfälle können in Eisen- (Fe-) und Nichteisen- (NE) Metalle unterschieden werden. Beide Stoffgruppen werden in Verpackungen und Gebrauchsgegenstände unterschieden.

Verpackungen aus Fe-Metallen wie Konserven werden als nicht vermeidbar eingestuft.

Bei den NE-Metallen wurde angenommen, dass Aluminium-Einwegverpackungen aus dem Außer-Haus-Verzehr durch Mehrweglösungen vermeidbar sind (GVM 2018). Der Anteil an Aluminium-Verbinden wurde auf 50 % geschätzt. Das Aufkommen an vermeidbaren Aluminiumverpackungen liegt damit bei rund 5.000 Mg (siehe Tabelle 19Tabelle 20). Bei einem Gesamtaufkommen von 133.400 Mg NE-Verpackungen (Schüler, 2020) liegt der vermeidbare Anteil bei 4 %.

Tabelle 19: Einwegprodukte auf Aluminiumbasis aus dem Außer-Haus-Verzehr in 2017

Produktgruppe	Aufkommen 2017	Verbunde	Aluminiumverbunde	Aluminiumverbundfrei
	[Mg]	Anteil	[Mg]	[Mg]
Einwegprodukte auf Aluminium-Basis	9.943	50 %	4.972	4.972

Quelle: GVM 2018

Ein Teil der entsorgten Gebrauchsgegenstände ist noch in einem funktionstüchtigen Zustand und damit potenziell vermeidbar oder für die Vorbereitung zur Wiederverwendung geeignet. Ihr Anteil am Aufkommen ist jedoch unbekannt. Aufgrund der nicht vorhandenen Datenbasis wurde kein Potenzial für Vermeidung oder Vorbereitung zur Wiederverwendung für Gebrauchsgegenstände ausgewiesen.

Die Verwertungsquoten für Metall-Verpackungen wurden Schüler (2020) entnommen. Basierend auf der mittleren Verlustrate von Metallen von 7 % (siehe Kapitel 4.7.3) wird für Metall-Gegenstände eine Recyclingquote von 93 % angenommen.

Tabelle 20: Potenzialbetrachtung für Fe-Metalle

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
4-1	Fe-Metall-verpackungen			90 %		10 %
4-3	Fe-Metalle, Gebrauchsgegenstände			93 %		7 %

Tabelle 21: Potenzialbetrachtung für NE-Metalle

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
4-2	NE-Metall-verpackungen	4 %		87 %	3 %	6 %
4-4	NE-Metalle, Gebrauchsgegenstände			93 %		7 %

3.4.5 Stoffgruppe Textilien

Im Rahmen der Textilstudie 2020 des bvse (bvse 2020) wurden die Anteile der Vorbereitung zur Wiederverwendung, Verwertung und Beseitigung für die Stoffgruppe Alttextilien ermittelt. Eine Aufschlüsselung der Daten auf die drei Untergruppen ist dabei nicht möglich.

Greenpeace (2015) ist ein Anteil vermeidbarer Abfälle zu entnehmen. Als vermeidbar wurden fast nie oder selten getragene Kleidungsstücke angesehen. Diese stellen 39 % der entsorgten Bekleidungstextilien dar. Bekleidungstextilien stellen 40 % des Aufkommens an Alttextilien in Deutschland dar (Dornbusch et al., 2020).

Sonstige Textilien und Altschuhe wurden als nicht vermeidbar eingestuft.

Tabelle 22: Potenzialbetrachtung für Textilabfälle

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
5	Textilien	16 %	52 %	22 %	7 %	3 %

3.4.6 Stoffgruppe Holz/Kork

Holzabfälle werden als nicht vermeidbar eingestuft. Die Verwertungsquoten wurden Schüller (2020) entnommen.

Tabelle 23: Potenzialbetrachtung für Holz/Kork

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
6	Holz/Kork			25 %	75 %	

3.4.7 Stoffgruppe Verbundverpackungen

Verbundverpackungen setzten sich zusammen aus Flüssigkeitskartons sowie aus Verbunden auf Kunststoff-, Papier-, Aluminium- und auf Weißblechbasis. Das Aufkommen der einzelnen Verbunde wurde Burger et. al. (2021) entnommen. Für die Ermittlung der Verwertung und Beseitigung wurden die Verwertungsquoten der Hauptstoffgruppen genutzt (Burger et. al., 2021).

Tabelle 24: Aufkommen und Verwertungsquoten von Verbundverpackungen in Deutschland 2017

Verbunde nach Hauptstoffgruppe	Aufkommen	Anteil	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
	[1.000 Mg]	[%]			
Flüssigkeitskartons	176,1	30	76,6 %	23,0 %	0,4 %
Kunststoffbasis	39,8	7	55,5 %	44,2 %	0,3 %
Papierbasis	264,6	45	89,7 %	10,1 %	0,2 %
Aluminiumbasis	31,4	5	93,5 %	2,4 %	4,1 %
Weißblechbasis	80,0	14	91,5 %	0 %	8,5 %
Summe Verbundverpackungen	591,9	100	84 %	15 %	2 %

Quelle: Burger et al. (2021)

Es wurde angenommen, dass Verbundverpackungen aus dem Außer-Haus-Verzehr durch Mehrweglösungen ersetzbar und damit vermeidbar sind. Als Grundlage für die Ermittlung des Vermeidungspotenzials werden die Angaben zu Einwegprodukten aus Aluminium, PPK und Kunststoff der GVM-Studie (GVM 2018) genutzt. Der Anteil an Verbunden je Hauptstoffgruppe wurde bereits in den vorherigen Abschnitten berechnet und ist in Tabelle 25 zusammengeführt. Der potenziell vermeidbare Anteil am Aufkommen der Verbundverpackungen liegt demnach bei 17 %.

Tabelle 25: Einwegverbundverpackungen aus dem Außer-Haus-Verzehr in 2017

Hauptstoffgruppe	Außer-Haus-Verzehr Aufkommen	Quelle	Anteil am Aufkommen von Verbund- verpackungen
	[Mg]		[%]
Kunststoff-Basis	5.911	siehe Tabelle 16	16
Papier-Basis	88.415	siehe Tabelle 13	33
Aluminium-Basis	4.972	siehe Tabelle 19	15
Summe Verbundverpackungen	99.298		17

Für die Potenzialbetrachtung wurden die Verwertungsquoten je Hauptstoffgruppe auf den nicht vermeidbaren Anteil umgerechnet.

Tabelle 26: Potenzialbetrachtung für Verbundverpackungen

Nr.	Stoff- gruppe	Vermei- dung	Vorbereitung zur Wieder- verwendung	Recyc- ling	sonstige Verwer- tung	Beseitigung
7-1	Verbundver- packungen	17 %		69 %	12 %	2 %

3.4.8 Stoffgruppe Elektro- und Elektronikaltgeräte

Zur Bestimmung des Vermeidungspotenzials von EAG wurden die Ergebnisse der Wertstoffhof-Befragung hinzugezogen (siehe Kapitel 4.6.4). Als nicht vermeidbar wurden defekte und technisch veraltete Geräte definiert. Die Verwertungsquote in der SG 5 Kleingeräte wurde Löhle et al. (2020) entnommen und auf den nicht vermeidbaren Anteil umgerechnet.

Da die Größe der Sammelbehälter die Größe der EAG im Restabfall limitiert, wurde angenommen, dass im Restabfall nur Kleingeräte der SG 5 zu finden sind. Der Anteil der vermeidbaren Kleingeräte lag in der Umfrage bei durchschnittlich 23 % in ländlichen und 15 % in städtischen Gebieten (siehe Kapitel 4.6.4.6).

Tabelle 27: Potenzialbetrachtung für SG 5 Kleingeräte

Schicht	Vermeidung ¹⁾	Vorbereitung zur Wiederver- wendung ²⁾	Recycling ²⁾	sonstige Verwertung ²⁾	Beseitigung ²⁾
ländliche Gebiete (Schicht 1&2)	23 %	2 %	63 %	9 %	2 %
städtische Gebiete (Schicht 4)	15 %	2 %	70 %	10 %	2 %

1) Daten aus Tabelle 86

2) Löhle et al., 2020

3.4.9 Stoffgruppe organische Abfälle

Organische Abfälle sind nicht für die Vorbereitung zur Wiederverwendung geeignet.

Für die Beurteilung der Vermeidbarkeit von Küchen- und Nahrungsabfällen wurde auf die Ergebnisse der Tagebuchstudie der GfK (2021) zurückgegriffen. In der Studie wurde von Haushalten Tagebuch über die entsorgte Menge, Art der Lebensmittel und den Entsorgungsgrund geführt.

Als nicht vermeidbar wurden hier alle Lebensmittelabfälle definiert, die im Allgemeinen als nicht essbar gelten wie Schalen, Kerne, Knochen oder Kaffeesatz. Die vermeidbaren Abfälle wurden über die angegebenen Entsorgungsgründe definiert.

In Tabelle 28 werden die Lebensmittelabfälle der herangezogenen GfK-Studie den beiden Stoffgruppen 10-1-1 Küchenabfälle und 10-1-2 Nahrungsabfälle zugeordnet und der vermeidbare Anteil ermittelt. Dieser ermittelte Wert wurde für die Potenzialbetrachtung übernommen.

Tabelle 28: Zuordnung der Lebensmittel aus GfK (2021) zu Nahrungs- und Küchenabfällen mit Anteil der vermeidbaren Lebensmittelabfälle

Lebensmittel	10-1-1 Küchenabfälle		10-1-2 Nahrungsabfälle	
	gesamt	davon vermeidbar	gesamt	davon vermeidbar
	[Mg]	[Mg]	[Mg]	[Mg]
Gekochtes/Zubereitetes			299.409	281.759
Getränke			1.050.236	216.451
Brot/Backwaren			239.527	239.527
Fleisch/Wurst/Fisch			225.709	67.174
Milchprodukte			170.433	166.070
Frisches Obst	1.119.330	322.810		
frisches Gemüse	1.211.456	328.408		
Summe	2.330.786	651.219	1.985.314	970.982
vermeidbarer Anteil		28 %		49 %

Durch gezielteren und sparsameren Einkauf und zeitnahen Verbrauch von Lebensmitteln lassen sich verpackte Lebensmittel größtenteils vermeiden. Die Verpackungsmaterialien der verpackten Lebensmittel sind nur bedingt recyclingfähig, weshalb ein geringer Masseanteil dieser Stoffgruppe in die sonstige Verwertung gehen würde.

Gartenabfälle, wie Strauch und Rasenschnitt, und sonstige Organik, wie Haare und Federn, werden als nicht vermeidbar eingestuft.

Tabelle 29: Potenzialbetrachtung für organische Abfälle

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
10-1-1	Küchenabfälle	28 %		72 %		
10-1-2	Nahrungsabfälle	49 %		51 %		
10-1-3	verpackte Lebensmittel	90 %		9 %	1 %	
10-2	Gartenabfälle			100 %		
10-3	sonstige Organik			100 %		

3.4.10 Stoffgruppe Batterien

Da die Funktionsfähigkeit von Batterien im Abfallstrom nicht geprüft werden kann und dazu auch keine Befragungen oder andere Quellen vorliegen, liegen Daten zu den Vermeidungs- bzw. Vorbereitung zur Wiederverwendungspotenzialen nicht vor. Es wurde davon ausgegangen, dass Batterien (sowohl nicht wiederaufladbare Primärbatterien als auch wiederaufladbare Sekundärbatterien) nur entsorgt werden, wenn diese nicht mehr funktionstüchtig sind. Eine Vermeidung oder Vorbereitung zur Wiederverwendung wurde ausgeschlossen. Die Verwertungsquoten wurden auf Basis von UBA (2021a) ermittelt.

Tabelle 30: Potenzialbetrachtung für Batterien

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
11-1	Batterien			76 %		24 %

3.5 Befragung Wertstoffhof

Um die Eignung der durch die Abfallerzeuger bereitgestellten bzw. auf den Wertstoffhöfen abgegebenen sperrigen Abfälle und EAG für die Wiederverwendung und Vorbereitung zur Wiederverwendung zu bestimmen, wurde eine Vor-Ort-Befragung der Anliefernden durchgeführt. Die Anliefernden wurden zur Motivation der Entsorgung (Defekt/Neuanschaffung) und zum Zustand des EAG, bzw. sperrigen Abfalls vor der Entsorgung befragt.

Die Umfrage umfasste folgende Punkte:

- Motivation der Entsorgung
- Zustand des Gegenstands vor der Entsorgung
- Bemühungen zur Wiederverwendung
- Bemühungen zur Reparatur
- Häufigkeit der Entsorgung von sperrigen Abfällen und von EAG
- Bekanntheit und Nutzung der Abgabemöglichkeiten für EAG

Daneben wurden die Altersgruppe und die Bebauungsstruktur des Wohnorts der befragten Personen erfasst. Die gewählten Altersgruppen sind:

- Eher jünger (bis ca. 25 Jahre)
- Mittel (ca. 25-55 Jahre)
- Eher älter (ab ca. 55 Jahre)

Der Fragebogen kann im Anhang 2 eingesehen werden.

Die Befragung wurde über einen Zeitraum von jeweils zwei Wochen auf einem Wertstoffhof in einem ländlichen Gebiet und drei Wertstoffhöfen in einem städtischen Gebiet durchgeführt. Je Gebiet wurden 500 Personen befragt.

Elektro- und Elektronikaltgeräte

EAG werden gemäß § 14 Absatz 1 ElektroG nach sechs SG gesammelt. Diese sind in Tabelle 31 dargestellt. Um die Masse der abgegebenen EAG zu bestimmen, werden die in Annex 3 der E-waste Statistics von Forti et al. (2018) ermittelten mittleren Gewichte für 54 Gerätegruppen verwendet.

Tabelle 31: Sammelgruppen für EAG

Sammelgruppe	Beschreibung
SG 1 Wärmeüberträger	Wärmeüberträger
SG 2 Bildschirme	Bildschirme, Monitore und Geräte, die Bildschirme mit einer Oberfläche von mehr als 100 Quadratzentimetern enthalten
SG 3 Lampen	Lampen
SG 4 Großgeräte	Geräte, bei denen mindestens eine der äußeren Abmessungen mehr als 50 cm beträgt
SG 5 Kleingeräte	Geräte, bei denen alle äußeren Abmessungen < 50 cm sind und kleine Geräte der Informations- und Telekommunikationstechnik
SG 6 Photovoltaikmodule	Photovoltaikmodule

Sperrige Abfälle

Für die durchgeführte Befragung wurden die sperrigen Abfälle in neun Gruppen eingeteilt, welche in Tabelle 32 dargestellt sind. Da die Masse der einzelnen Gegenstände im sperrigen Abfall stark variieren kann, wurde für die Auswertung der Befragung auf die Stückzahlen zurückgegriffen.

Tabelle 32: Sperrige Abfälle - Stoffgruppen für die Befragung

Nr.	Stoffgruppe	Befragung
1	Glas	Glas
3	Kunststoffe	Kunststoffe
4	Metalle	Metalle
5	Textilien, Teppiche, textile Fußbodenbeläge	Teppiche und andere Bodenbeläge
6	Holz (Vollholz und Holzwerkstoff)	
		Holzmöbel
		sonstiges Holz
7	Verbunde	
7-2-2	Matratzen	Matratzen
7-2-3	Polstermöbel	Polster- und Verbundmöbel
12	Sonstige Abfälle	andere nicht genannte Stoffe

4 Ergebnisse

4.1 Restabfall

4.1.1 Aufkommen von Restabfall

Laut Siedlungsabfallbilanz des Freistaats Sachsen 2019 lag das Aufkommen an Restabfällen in Sachsen bei 492.948 Mg. Gemäß der in dieser Studie vorgenommenen Schichtung der öRE in Sachsen (siehe Kapitel 3.1.3) stammten davon 37 % aus städtischen Gebieten mit $\geq 25 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$ Biogut (Schicht 4) sowie 39 % aus ländlichen Gebieten mit $< 25 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$ Biogut (Schicht 1) und 24 % aus ländlichen Gebieten mit $\geq 25 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$ (Schicht 2).

In Tabelle 33 ist das einwohnerspezifische Restabfallaufkommen für Sachsen und den einzelnen Schichten dargestellt. Das einwohnerspezifische Restabfallaufkommen in Sachsen betrug $121 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$. In ländlichen Gebieten (Schicht 1 und Schicht 2) lag es im Durchschnitt bei $115 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$. Der Unterschied zwischen Schicht 2 und Schicht 1 in den ländlichen Gebieten liegt bei $1,6 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$. In städtischen Gebieten (Schicht 4) liegt das einwohnerspezifische Aufkommen bei $132,2 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$.

Tabelle 33: Einwohnerspezifisches Aufkommen von Restabfall je Schicht und in Sachsen

Schicht	Einwohner ¹⁾	Aufkommen	
	[E]	[Mg/a] ²⁾	[kg/(E*a)]
Schicht 1	1.640.533	190.110	115,9
Schicht 2	1.041.982	119.084	114,3
Schicht 4	1.390.145	183.754	132,2
Sachsen	4.072.660	492.948	121,0

1) Daten aus Tabelle 3

2) Summe des Aufkommens von Restabfall je öRE basierend auf Schichtung (Tabelle 3)

4.1.2 Zusammensetzung von Restabfall

Gemäß der in Kapitel 3.3.2 erläuterten Methodik wurde die Zusammensetzung des Restabfalls für die einzelnen Schichten und für Sachsen insgesamt berechnet.

Die Abbildung 2 zeigt die Zusammensetzung des Restabfalls in Sachsen. Die drei größten Stoffgruppen sind organische Abfälle (37 %), die Feinfraktion (14 %) und Hygieneprodukte (13 %). Die Anteile der übrigen Stoffgruppen liegen zwischen 1 % und 7 %.

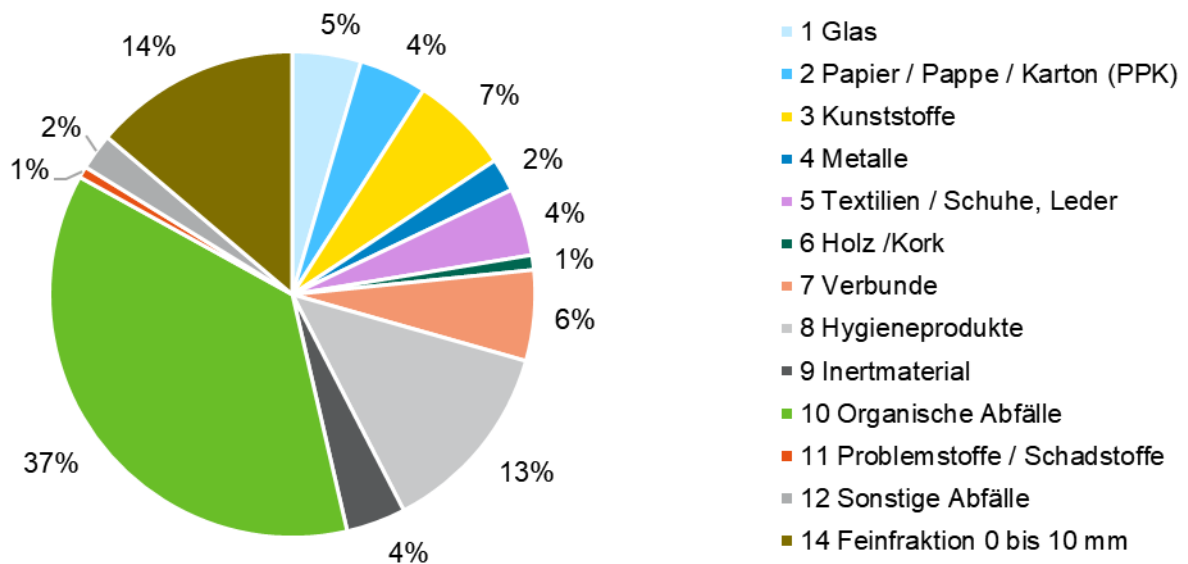


Abbildung 2: Zusammensetzung des Restabfalls in Sachsen 2019

Die Stoffgruppen des Restabfalls in Sachsen können in fünf Hauptgruppen eingeteilt werden.

- trockene Wertstoffe (Stoffgruppen 1-7): 29 %
- organische Abfälle (Stoffgruppe 10): 37 %
- Problem- und Schadstoffe (Stoffgruppe 12): 1 %
- Reststoffe (Stoffgruppen 8, 9 und 12): 19 %
- Feinfraktion 0-10 mm (Stoffgruppe 14): 14 %

In Tabelle 34 wird das Aufkommen und die Zusammensetzung der Stoffgruppen für Sachsen und für die einzelnen Schichten dargestellt. In Sachsen sind 44,8 kg/(E*a) bzw. 37 % organische Abfälle im Restabfall enthalten. Das Aufkommen an organischen Abfällen in ländlichen Gebieten mit ≥ 25 kg/(E*a) Biogut (Schicht 2) liegt im Vergleich zu ländlichen Gebieten mit < 25 kg/(E*a) (Schicht 1) um 21 kg/(E*a) niedriger. In Schicht 4 der städtischen Gebiete mit ≥ 25 kg/(E*a) mit einer Biotonne liegt das Aufkommen an organischen Abfällen bei 46,5 kg/(E*a).

Tabelle 34: Einwohnerspezifische Zusammensetzung des Restabfalls je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1 [kg/(E*a)]	Schicht 2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
1	Glas	5,5	4,5 %	3,8	5,7	7,5
2	PPK	5,3	4,4 %	2,3	4,9	9,6
3	Kunststoffe	7,9	6,5 %	6,0	7,7	10,7
4	Metalle	2,6	2,2 %	1,8	3,7	3,0
5	Textilien/Schuhe, Leder	5,4	4,5 %	4,4	7,2	5,4
6	Holz/Kork	1,2	1,0 %	0,7	1,6	1,4
7	Verbunde	7,2	5,9 %	4,6	9,4	8,9
8	Hygieneprodukte	15,7	13,0 %	15,1	14,5	17,4
9	Inertmaterial	4,8	4,0 %	5,2	6,8	2,8
10	Organische Abfälle	44,8	37,0 %	51,4	30,4	46,5
11	Problem-/Schadstoffe	0,9	0,8 %	1,0	1,0	0,7
12	Sonstige Abfälle	2,9	2,4 %	3,0	2,5	3,1
14	Fraktion 0 bis 10 mm	16,7	13,8 %	16,6	19,0	15,1
Summe		121,0	100 %	115,9	114,3	132,2

4.1.3 Zusammensetzung trockener Wertstoffe im Restabfall

Die trockenen Wertstoffe umfassen die Stoffgruppen Glas, PPK, Kunststoffe, Metalle, Textilien, Holz/Kork und Verbunde. Ihr Anteil bei der Zusammensetzung des Restabfalls in Sachsen liegt bei 29 %.

Die beiden größten Gruppen sind Kunststoffe und Verbunde, welche zusammen 43 % der trockenen Wertstoffe darstellen (siehe Abbildung 3). Glas, PPK und Textilien bilden mit jeweils rund 15 % das Mittelfeld. Holz/Kork und Metalle stellen die zwei kleinsten Stoffgruppen dar.

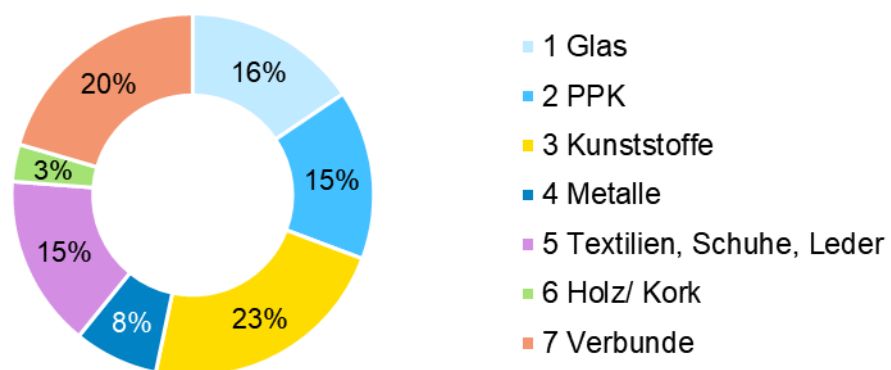


Abbildung 3: Zusammensetzung der trockenen Wertstoffe im Restabfall in Sachsen 2019

In Abbildung 4 ist das einwohnerspezifische Aufkommen der trockenen Wertstoffe im Restabfall je Schicht dargestellt. Bei Glas, PPK und Kunststoffen ist jeweils in Schicht 1 das niedrigste und in Schicht 4 (städtische Gebiet) das höchste einwohnerspezifische Aufkommen festzustellen. In den übrigen Stoffgruppen (Metalle, Textilien, Holz/Kork und Verbunden) liegt hingegen der höchste einwohnerspezifische Wert in Schicht 2, gefolgt von Schicht 4.

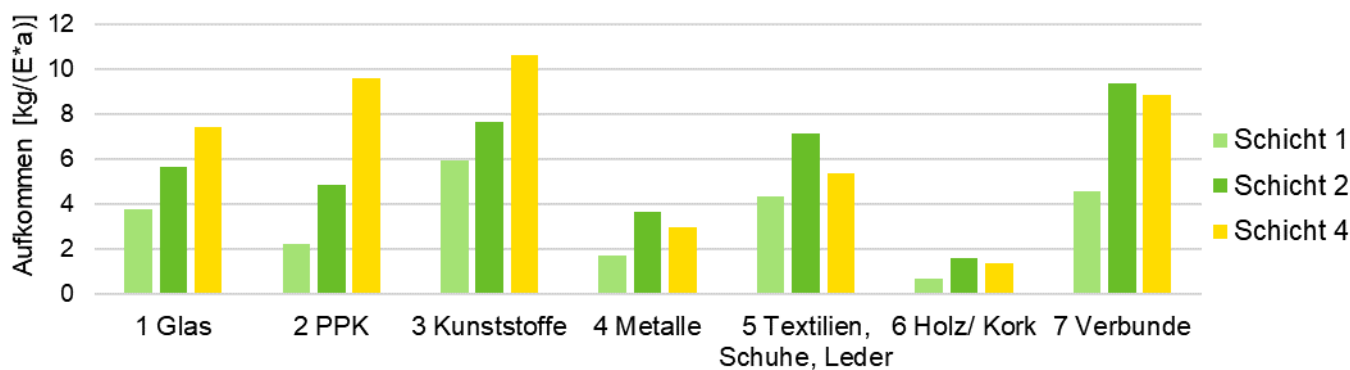


Abbildung 4: Verhältnis trockener Wertstoffgruppen je Schicht im Restabfall in Sachsen 2019

4.1.3.1 Glas im Restabfall

Tabelle 35 gibt einen Überblick über das im Restabfall enthaltene einwohnerspezifische Glasaufkommen in Sachsen und den einzelnen Schichten.

In Sachsen sind 5,5 kg/(E*a) Glas im Restabfall enthalten. Dieser Anteil besteht zu 75 % aus Glasverpackungen, zu 18 % aus Glas-Nichtverpackungen und zu 7 % aus Scherben von 10-40 mm Durchmesser. In städtischen Gebieten (Schicht 4) enthält Restabfall mit 7,5 kg/(E*a) ungefähr doppelt so viel Glas wie in den ländlichen Gebieten (Schicht 1).

Tabelle 35: Glas im Restabfall je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1 [kg/(E*a)]	Schicht 2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
1	Glas	5,5	100 %	3,8	5,7	7,5
1-1	Glasverpackungen/Behälterglas	4,1	75,1 %	2,8	3,7	6,2
1-2	Glas-Nichtverpackungen	1,0	17,8 %	0,6	1,6	1,0
1-3	Glas 10-40 mm	0,4	7,2 %	0,4	0,5	0,3

4.1.3.2 Papier, Pappe und Kartonagen im Restabfall

Papier im Restabfall umfasst Papiere und Kartonagen, welche als Verpackungen, Druckerzeugnisse oder sonstige PPK wie Backpapier genutzt werden. Abzugrenzen sind Hygienepapiere wie Küchenrolle oder Taschentücher, die zur Stoffgruppe 8 Hygieneprodukte zählen.

Das einwohnerspezifische Aufkommen von PPK im Restabfall liegt bei 5,3 kg/(E*a) in Sachsen. Es besteht zu rund 41 % aus Verpackungen, zu rund 33 % aus Druckerzeugnissen und zu rund 20 % aus sonstigen PPK.

Während PPK-Verpackungen und Druckerzeugnisse über die getrennte PPK-Sammlung erfasst werden, werden sonstige PPK als Restabfall entsorgt. Sonstige PPK bestehen fast ausschließlich aus Backpapier, welches nicht recycelt werden kann.

Der Anteil an PPK-Verpackungen im Restabfall liegt in Sachsen bei ungefähr 41 %. In städtischen Gebieten (Schicht 4) ist festzustellen, dass Restabfall mit 9,6 kg/(E*a) wesentlich mehr Papier enthält als in ländlichen Gebieten (Schichten 1 und 2). Das Aufkommen in städtischen Gebieten (Schicht 4) ist ungefähr doppelt so hoch wie in Schicht 2 (ländliche Gebiet) und viermal so hoch wie in Schicht 1 (ländliche Gebiet) (siehe Tabelle 36).

Tabelle 36: Papier, Pappe und Kartonagen im Restabfall je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
2	PPK	5,3	100 %	2,3	4,9	9,6
2-1	PPK-Verpackungen	2,2	40,7 %	1,0	2,1	3,8
2-2	Druckerzeugnisse	1,8	33,3 %	0,5	1,8	3,3
2-3	Sonstige PPK	1,1	20,4 %	0,4	0,8	2,2
2-4	PPK 10-40 mm	0,3	5,6 %	0,3	0,2	0,4

4.1.3.3 Kunststoffe im Restabfall

In Tabelle 37 wird das einwohnerspezifische Aufkommen und die Zusammensetzung der Stoffgruppe Kunststoffe für Sachsen und für die einzelnen Schichten dargestellt. In Sachsen sind im Restabfall 7,9 kg/(E*a) Kunststoffe enthalten. Diese setzen sich aus rund 61 % Kunststoffverpackungen und -folien und aus rund 39 % sonstigen Kunststoffen zusammen.

Kunststoffsäcke und Verpackungen, die als Mülltüten genutzt werden, können kaum vermieden werden. Diese machen rund 4 % der im Restabfall enthaltenen Kunststoffe aus.

Tabelle 37: Kunststoffe im Restabfall je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1 [kg/(E*a)]	Schicht 2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
3	Kunststoffe	7,9	100 %	6,0	7,7	10,7
3-1	Kunststoffverpackungen	4,9	61,4 %	4,4	4,2	5,9
3-1-1	Kunststoffverpackungsfolien	1,8	22,8 %	1,8	1,4	2,1
3-1-2	Kunststoffverpackungen (Hartkunststoffe)	2,5	31,6 %	2,0	2,5	3,1
3-1-3	Kunststoffverpackungen als Mülltüten (Einweg-Taschen)	0,3	4,4 %	0,4	0,2	0,4
3-1-4	Schaumstoffverpackungen	0,2	2,6 %	0,2	0,2	0,3
3-2	Sonstige Kunststoffe	3,1	38,6 %	1,6	3,4	4,7
3-2-1	Sonstige Kunststoffe, Gebrauchsgegenstände	1,8	22,4 %	0,6	2,3	2,9
3-2-2	Abfallsäcke und -tüten keine Verpackungen	0,9	10,7 %	0,7	0,8	1,0
3-2-3	Kunststoffe 10-40 mm	0,4	5,5 %	0,2	0,3	0,8

4.1.3.4 Metalle im Restabfall

In Tabelle 38 wird das Aufkommen und die Zusammensetzung der Metalle im Restabfall für Sachsen und für die einzelnen Schichten dargestellt. In Sachsen sind im Restabfall 2,6 kg/(E*a) Metalle enthalten. Diese setzen sich aus 70 % Fe-Metallen und 30 % NE-Metallen zusammen. Das Aufkommen an Verpackungen und Gebrauchsgegenständen je Metallart ist in etwa gleich groß.

Das höchste einwohnerspezifische Aufkommen ist in der Schicht 2 (ländliche Gebiete) mit 3,7 kg/(E*a) festzustellen. Die einwohnerspezifischen Aufkommen von NE- und Fe-Metallen sind in allen drei Schichten fast identisch mit der im Restabfall enthaltenen Metallstoffgruppenzusammensetzung in Sachsen.

Tabelle 38: Metalle im Restabfall je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1 [kg/(E*a)]	Schicht 2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
4	Metalle	2,6	100 %	1,8	3,7	3,0
4-1	Fe-Metallverpackungen	0,8	29,5 %	0,6	0,9	1,0
4-2	Nichteisen (NE) Verpackungen	0,4	15,1 %	0,4	0,5	0,4
4-3	Fe-Metalle, Gebrauchsgegenstände	0,9	32,1 %	0,5	1,3	1,0
4-4	NE-Metalle, Gebrauchsgegenstände	0,3	11,0 %	0,1	0,6	0,3
4-5	Metalle 10-40 mm	0,3	12,3 %	0,3	0,5	0,3
4-5-1	Fe-Metalle 10-40 mm	0,2	8,5 %	0,2	0,4	0,2
4-5-2	NE-Metalle 10-40 mm	0,1	3,8 %	0,1	0,1	0,1

4.1.3.5 Textilien im Restabfall

In Tabelle 39 wird das Aufkommen und die Zusammensetzung der Stoffgruppe Textilien im Restabfall für Sachsen und für die einzelnen Schichten dargestellt. In Sachsen sind im Restabfall 5,4 kg/(E*a) an Textilien enthalten. Diese setzen sich aus rund 40 % Bekleidungstextilien, rund 37 % sonstigen Textilien sowie rund 22 % Altschuhen und Leder zusammen. Sonstige Textilien bestehen hauptsächlich aus Haushaltstextilien wie Gardinen, Tisch- und Bettwäsche sowie Handtüchern.

Das einwohnerspezifische Aufkommen an Textilien im Restabfall ist mit 7,2 kg/(E*a) in Schicht 2 am höchsten.

Tabelle 39: Textilien im Restabfall je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
5	Textilien/Schuhe, Leder	5,4	100 %	4,4	7,2	5,4
5-1	Bekleidungstextilien	2,1	39,6 %	1,6	2,5	2,6
5-2	Sonstige Textilien	2,0	37,1 %	1,7	2,5	2,0
5-3	Altschuhe, Leder	1,2	22,2 %	1,0	2,1	0,8
5-4	Textilien/Schuhe, Leder 10-40 mm	0,1	1,1 %	0,1	0	0

4.1.3.6 Holz/Kork im Restabfall

In Tabelle 40 wird das Aufkommen und die Zusammensetzung der Holz- und Korkabfälle im Restabfall für Sachsen und für die einzelnen Schichten dargestellt. In Sachsen sind im Restabfall 1,2 kg/(E*a) Holz/Kork enthalten. Das höchste einwohnerspezifische Aufkommen ist in Schicht 2 mit 1,6 kg/(E*a) festzustellen. Über 90 % der Objekte aus Holz/Kork hat einen Durchmesser von mehr als 4 cm.

Tabelle 40: Holz/Kork im Restabfall je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
6	Holz/Kork	1,2	100 %	0,7	1,6	1,4
6-1	Holz/Kork	1,1	92,8 %	0,6	1,5	1,3
6-2	Holz/Kork 10-40 mm	0,1	7,2 %	0,1	0,1	0,1

4.1.3.7 Verbunde im Restabfall

In Tabelle 41 wird das Aufkommen und die Zusammensetzung der Verbunde im Restabfall für Sachsen und für die einzelnen Schichten dargestellt. In Sachsen sind im Restabfall 7,2 kg/(E*a) Verbunde enthalten. Diese bestehen zu fast 70 % aus sonstigen Verbundmaterialien. Verbundverpackungen und EAG spielen eine untergeordnete Rolle.

Das Aufkommen in Schicht 2 und Schicht 4 ist ähnlich hoch, während in Schicht 1 nur etwa halb so viele Verbunde im Restabfall enthalten sind.

Tabelle 41: Verbunde im Restabfall je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1 [kg/(E*a)]	Schicht 2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
7	Verbunde	7,2	100 %	4,6	9,4	8,9
7-1	Verbundverpackungen	0,8	11,8 %	0,4	1,2	1,1
7-2	Sonstige Verbundmaterialien	4,9	68,6 %	2,9	6,3	6,6
7-3	EAG	1,1	15,2 %	0,8	1,6	1,0
7-4	Verbunde 10-40 mm	0,3	4,4 %	0,5	0,2	0,1

4.1.4 Organische Abfälle im Restabfall

Im Restabfall in Sachsen sind 37 % organische Abfälle enthalten. Dies entspricht 44,8 kg/(E*a). Laut Siedlungsabfallbilanz des Freistaats Sachsen 2019 wurden über die getrennte Sammlung 176.222 Mg bzw. 43 kg/(E*a) Biogut erfasst. Zudem werden 2 kg/(E*a) durch gewerbliche Sammlungen getrennt gesammelt.

In Abbildung 5 ist die Zusammensetzung der organischen Abfälle im Restabfall dargestellt. Der Anteil der Stoffgruppe 10-1 Küchen-/ Nahrungsabfälle beträgt 54 % des Aufkommens an organischen Abfällen im Restabfall. Problematisch für die stoffliche Verwertung von organischen Abfällen sind Fremdstoffe wie Verpackungsmaterialien. Der Anteil verpackter Lebensmittel beträgt 16 % der organischen Abfälle, welche im Restabfall enthalten sind.

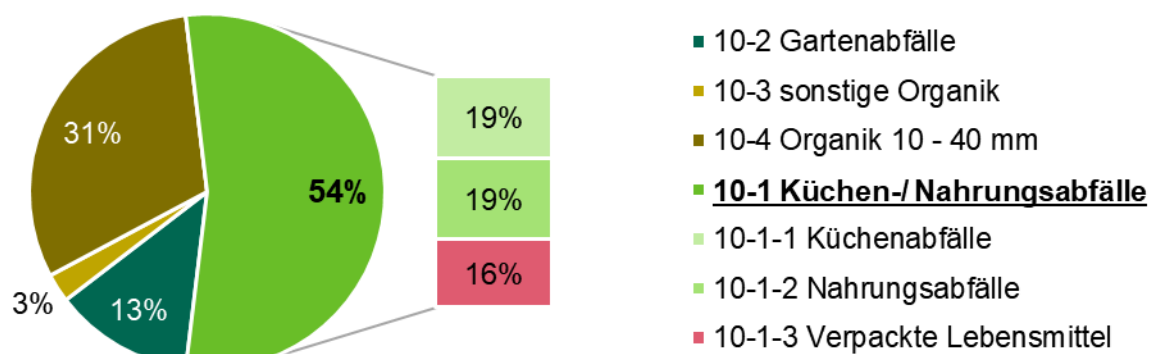


Abbildung 5: Zusammensetzung der organischen Abfälle im Restabfall in Sachsen 2019

Bei Betrachtung der organischen Abfälle, welche im Restabfall enthalten sind, ist entsprechend der vorgenommen Schichtung für Restabfall zusätzlich zu unterscheiden, ob der einwohnerspezifische Wert der erfassten Biogutmenge $\geq$ oder < 25 kg/(E*a) in den zu betrachtenden Schichten liegt. Tabelle 42 stellt die im Restabfall enthaltenen organischen Abfälle dar. In Schicht 1 (ländliche Gebiete mit < 25 kg/(E*a) Biogut) sind mit 51,4 kg/(E*a) deutlich mehr organische Abfälle im Restabfall als in den

beiden anderen Schichten enthalten. Der Unterschied zu Schicht 2 (ländliche Gebiete mit $\geq 25 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$) mit einem einwohnerspezifischen Wert von $30,4 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$ liegt bei $21 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$. Obwohl in Schicht 4 (städtische Gebiete mit $\geq 25 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$) Biogut getrennt erfasst werden, liegt das einwohnerspezifische Aufkommen an organischen Abfällen im Restabfall mit $46,5 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$ um $16,1 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$ höher als in Schicht 2 (ländliche Gebiete $\geq 25 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$ Biogut).

Tabelle 42: Organische Abfälle im Restabfall je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
10	Organische Abfälle	44,8	100 %	51,4	30,4	46,5
10-1	Küchen-/ Nahrungsabfälle	24,1	53,9 %	22,8	19,2	29,4
10-1-1	Küchenabfälle	8,6	19,2 %	7,1	6,8	11,9
10-1-2	Nahrungsabfälle	8,5	18,9 %	8,0	7,3	9,8
10-1-3	Verpackte Lebensmittel	7,1	15,8 %	7,7	5,1	7,7
10-2	Gartenabfälle	5,7	12,7 %	5,5	5,6	6,0
10-3	sonstige Organik	1,2	2,7 %	0,7	0,2	2,4
10-4	Organik 10-40 mm	13,8	30,7 %	22,3	5,3	8,7

4.1.5 Problem- und Schadstoffe im Restabfall

Problem- und Schadstoffe sind mit knapp $1 \text{ kg}/(\text{E}^*\text{a})$ im Restabfall enthalten (siehe Tabelle 43). Sie bestehen hauptsächlich aus belasteten Bauabfällen, Farben und Lacke sowie Arzneimitteln (siehe Abbildung 6). Bei den Problem- und Schadstoffen zwischen 10-40 mm handelt es sich überwiegend um Gerätebatterien und Knopfzellen.

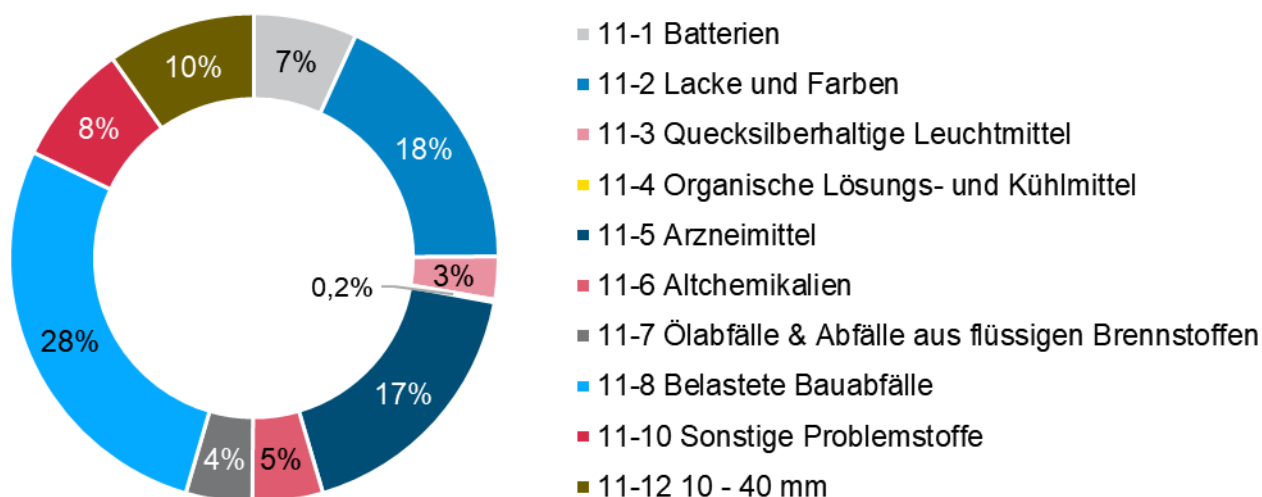


Abbildung 6: Zusammensetzung der Problem- und Schadstoffe im Restabfall in Sachsen 2019

In den ländlichen Gebieten (Schichten 1 und 2) sind etwa 45 % mehr Problem- und Schadstoffe im Restabfall als in städtischen Gebieten (Schicht 4) enthalten.

Tabelle 43: Problem- und Schadstoffe im Restabfall je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
11	Problem-/Schadstoffe	0,9	100 %	1,0	1,0	0,7
11-1	Batterien	0,1	6,8 %	< 0,05	< 0,05	0,1
11-2	Lacke und Farben	0,2	18,1 %	0,3	< 0,05	0,2
11-3	Quecksilberhaltige Leuchtmittel	< 0,05	2,8 %	< 0,05	< 0,05	< 0,05
11-4	Organische Lösungsmittel und Kühlmittel	< 0,05	0,2 %	0	< 0,05	< 0,05
11-5	Arzneimittel	0,2	17,5 %	0,2	0,1	0,2
11-6	Altchemikalien (Reinigungsmittel, Holz-/ Pflanzenschutzmittel)	< 0,05	4,7 %	< 0,05	0,1	< 0,05
11-7	Ölabfälle und Abfälle aus flüssigen Brennstoffen	< 0,05	4,4 %	0,1	< 0,05	< 0,05
11-8	Belastete Bauabfälle (z. B. Asbest)	0,3	27,6 %	0,2	0,5	0,1
11-9	Sonstiger schwermetallhaltiger Abfall	0	0 %	0	0	0
11-10	Sonstiges (Problem-/Schadstoffe)	0,1	8,1 %	0,1	< 0,05	< 0,05
11-11	Problem-/Schadstoffe nicht differenziert	0	0 %	0	0	0
11-12	Problem-/Schadstoffe 10-40 mm	0,1	9,8 %	0,1	0,2	< 0,05

4.1.6 Reststoffe und Feinfraktion im Restabfall

Die Hauptgruppe der Reststoffe setzt sich aus solchen Stoffgruppen zusammen, die als Restabfall zu entsorgen sind. Dazu zählen Hygieneprodukte, Inertmaterial, sonstige Abfälle und die Feinfraktion. In Tabelle 44 wird das Aufkommen und die Zusammensetzung der drei Stoffgruppen für Sachsen und für die einzelnen Schichten dargestellt.

Den größten Anteil am Restabfall hat mit rund 42 % die Feinfraktion, gefolgt von den Hygieneprodukten mit rund 39 %. Letztere bestehen zu fast 70 % aus Windeln und ähnlichen Produkten.

Zu den sonstigen Abfällen gehören Monofractionen, die keiner der bisher betrachteten Stoffgruppen zugeordnet werden konnten, wie beispielsweise Wachs oder Gummi. Auch gefüllte oder nicht restentleerte Verpackungen, die keine Lebensmittel enthalten, sondern beispielsweise Cremes oder Farben, zählen hierzu.

Tabelle 44: Hygieneprodukte, Inertmaterial und sonstige Abfälle im Restabfall je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1 [kg/(E*a)]	Schicht 2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
	Hauptgruppe Reststoffe	40,2	100 %	39,9	42,8	38,4
8	Hygieneprodukte	15,7	39,1 %	15,1	14,5	17,4
8-1	Hygienepapiere	4,6	11,4 %	4,3	3,6	5,6
8-2	Windeln/ Sonstige Hygieneprodukte	10,8	26,9 %	10,7	10,6	11,0
8-3	Hygieneprodukte 10-40 mm	0,3	0,8 %	0	0,2	0,8
9	Inertmaterial	4,8	12,0 %	5,2	6,8	2,8
9-1	Inertmaterial	4,2	10,5 %	4,4	6,1	2,6
9-2	Inertmaterial 10-40 mm	0,6	1,5 %	0,8	0,7	0,2
12	Sonstige Abfälle	2,9	7,3 %	3,0	2,5	3,1
12-1	Sonstige Abfälle	1,1	2,7 %	1,1	1,0	1,2
12-2	Sonstige gefüllte Verpackungen	0,9	2,2 %	0,4	1,3	1,3
12-3	Sonstige Abfälle 10-40 mm	1,0	2,4 %	1,6	0,2	0,7
14	Feinfraktion 0 bis 10 mm	16,7	41,6 %	16,6	19,0	15,1

4.2 Biogut

4.2.1 Aufkommen von Biogut

In 2019 wurden laut Siedlungsabfallbilanz des Freistaats Sachsen 176.222 Mg Biogut über die örE getrennt erfasst. Gemäß der in dieser Studie vorgenommenen Schichtung der örE in Sachsen (siehe Kapitel 3.1.3) stammten 64 % des Bioguts aus ländlichen Gebieten (Schicht 1&2) und 36 % aus städtischen Gebieten (Schicht 4).

In Tabelle 45 ist das einwohnerspezifische Biogutaufkommen bezogen auf alle Einwohner und auf die an die Biotonne angeschlossenen Einwohner in Sachsen sowie für Schicht 1&2 (ländliche Gebiete) und Schicht 4 (städtische Gebiete) in 2019 dargestellt. Das Aufkommen an Biogut bezogen auf alle Einwohner in Sachsen liegt bei rund 43 kg/(E*a), das Aufkommen bezogen auf die an die Biotonne angeschlossenen Einwohner liegt bei rund 86 kg/(E*a). Das Aufkommen in Schicht 1&2 (ländliche Gebiete) ist bei den an die Biotonne angeschlossenen Einwohnern mit rund 136 kg/(E*a) fast dreimal so hoch wie in

Schicht 4 (städtische Gebiete) mit rund 52 kg/(E*a). Aufgrund des niedrigen Anschlussgrads von 31 % der an die Biotonne angeschlossenen Einwohner in ländlichen Gebieten (Schicht1&2) liegt das einwohnerspezifische Biogutauflkommen bezogen auf alle Einwohner hier bei rund 42 kg/(E*a) und geringfügig niedriger als in Schicht 4 (städtische Gebiete) mit rund 46 kg/(E*a).

Für die weiteren Betrachtungen zum Biogut wird das einwohnerspezifische Aufkommen der an die Biotonne angeschlossenen Einwohner in Sachsen genutzt.

Tabelle 45: Einwohnerspezifisches Aufkommen von Biogut je Schicht und in Sachsen 2019

Schicht	Einwohner ¹⁾		Anschluss- grad an die Biotonne ¹⁾	Biogut- aufkommen	Biogutauflkommen	
	gesamt	mit Biotonne			alle Einwohner	mit Biotonne
	[E]	[E]	[%]	[Mg]	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
Schicht 1&2	2.682.515	831.832	31	113.014	42,1	135,9
Schicht 4	1.390.145	1.227.264	88	63.208	45,5	51,5
Sachsen	4.072.660	2.059.096	51	176.222	43,3	85,6

1) Daten aus Tabelle 4

4.2.2 Zusammensetzung von Biogut

Gemäß der in Kapitel 3.3.2 erläuterten Methodik wurde die stoffliche Zusammensetzung des Bioguts für Sachsen und für die einzelnen Schichten berechnet (siehe Tabelle A 2).

Das Biogut in Sachsen setzt sich zu 74 % aus der Stoffgruppe 10 organische Abfälle, 21 % Feinfraktion 0 bis 10 mm (Stoffgruppe 14) und 5 % anderen Stoffgruppen zusammen (siehe Abbildung 7).

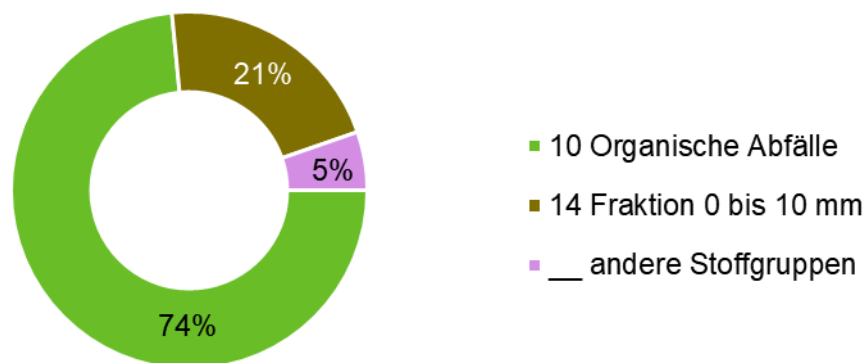


Abbildung 7: Zusammensetzung des Bioguts in Sachsen 2019

Das Biogut kann in zwei Hauptgruppen eingeteilt werden:

- biologisch abbaubare Fraktion: 97 %
- Störstoffe: 3 %

In Tabelle 46 wird das Aufkommen und die Zusammensetzung der Stoffgruppen für Sachsen und für die einzelnen Schichten dargestellt.

Tabelle 46: Einwohnerspezifische Zusammensetzung des Bioguts je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1&2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
1	Glas	0,1	0,1 %	0,2	< 0,05
2	PPK	0,7	0,8 %	1,8	--
3	Kunststoffe	0,4	0,5 %	0,7	0,3
4	Metalle	0,1	0,1 %	0,3	< 0,05
5	Textilien/Schuhe, Leder	0,1	0,1 %	0,2	--
6	Holz/Kork	0,1	0,1 %	0,3	--
7	Verbunde	0,1	0,1 %	0,3	--
8	Hygieneprodukte	1,2	1,4 %	3,1	--
9	Inertmaterial	0,3	0,4 %	0,7	0,1
10	Organische Abfälle	63,6	74,3 %	88,4	45,1
11	Problem-/Schadstoffe	< 0,05	< 0,05 %	< 0,05	< 0,05
12	Sonstige Abfälle	0,7	0,8 %	0,5	0,8
14	Fraktion 0 bis 10 mm	18,2	21,3 %	39,3	5,2
Summe		85,6	100 %	135,9	51,5

„--“ keine ausreichenden Daten/in anderer Stoffgruppe enthalten

4.2.3 Biologisch abbaubare Fraktion im Biogut

Die biologisch abbaubare Fraktion setzt sich aus den organischen Abfällen (ohne verpackte Lebensmittel) und der Feinfraktion sowie den kompostierbaren Stoffgruppen PPK, Hygienepapiere und unbehandelte Holzabfälle zusammen. Verpackte Lebensmittel, wenn nicht vermeidbar, sind als Restabfall zu entsorgen. Verpackung verpackter Lebensmittel sind Störstoffanteile, welche die Kompostierung oder Vergärung stören.

Die Zusammensetzung der biologisch abbaubaren Fraktion im Biogut in Sachsen ist in Abbildung 8 dargestellt. Organische Abfälle stellen mit 76 % die größte Stoffgruppe dar, gefolgt von der Fraktion 0 bis 10 mm mit 22 %.

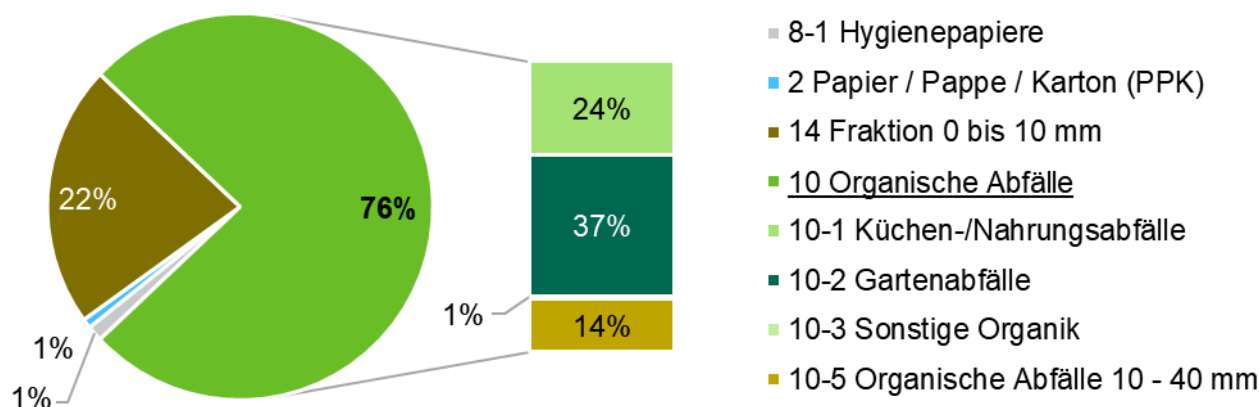


Abbildung 8: Zusammensetzung der biologisch abbaubaren Fraktion im Biogut in Sachsen 2019

In Tabelle 47 wird das Aufkommen und die Zusammensetzung der biologisch abbaubaren Fraktion im Biogut für Sachsen und für die einzelnen Schichten dargestellt.

Tabelle 47: Aufkommen und Zusammensetzung der biologisch abbaubaren Fraktion im Biogut je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1&2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
	biologisch abbaubare Fraktion	82,9	100 %	131,5	49,9
10	Organische Abfälle ¹⁾	62,9	75,8 %	87,2	44,7
2	PPK	0,7	0,8 %	1,8	--
6	Holz/Kork	0,1	0,1 %	0,3	--
8-1	Hygienepapiere	1,1	1,3 %	2,9	--
14	Fraktion 0 bis 10 mm	18,2	22,0 %	39,3	5,2

„--“ keine ausreichenden Daten/in anderer Stoffgruppe enthalten

1) ohne Stoffgruppe 10-1-3 verpackte Lebensmittel

Organische Abfälle im Biogut

Die organischen Abfälle im Biogut bestehen zur Hälfte aus Gartenabfällen. In Schicht 1&2 (ländliche Gebiete) liegt ihr Anteil bei 60 %. In Schicht 2 (ländliche Gebiete mit Biotonne) liegt der einwohnerspezifische Wert organischer Abfälle selbst im Restabfall bei 30 kg/(E*a) (siehe Tabelle 34). Das in Schicht 2 hohe einwohnerspezifische Aufkommen an Gartenabfällen im Biogut deutet darauf hin, dass die getrennte Sammlung von den an die Biotonne angeschlossenen Einwohnern auch für die Entsorgung von Gartenabfällen genutzt wird.

Tabelle 48: Organische Abfälle im Biogut je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1&2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
10	Organische Abfälle	62,9	100 %	87,2	44,7
10-1	Küchen-/Nahrungsabfälle	20,1	32,0 %	26,6	15,0
10-1-1	Küchenabfälle	15,0	23,8 %	19,4	11,4
10-1-2	Nahrungsabfälle	5,2	8,2 %	7,2	3,6
10-2	Gartenabfälle	30,6	48,8 %	51,8	16,7
10-3	Sonstige Organik	0,5	0,8 %	0,1	0,7
10-5	Organische Abfälle 10-40 mm	11,5	18,4 %	8,6	12,2

4.2.4 Störstoffe im Biogut

Störstoffe sind alle trockenen Wertstoffe (mit Ausnahme von PPK), verpackte Lebensmittel, Problem- und Schadstoffe sowie Reststoffe (mit Ausnahme von Hygienepapieren). Ihr Anteil am Biogut beträgt rund 3 %.

Die drei wichtigsten Störstoffe sind sonstige Abfälle (rund 27 %), verpackte Lebensmittel (rund 26 %) und Kunststoffe (rund 16 %). Zu den sonstigen Abfällen gehören Monofractionen, die zu keiner der bisher betrachteten Stoffgruppen zugeordnet werden konnten, wie beispielsweise Wachs oder Gummi. Auch gefüllte/nicht restentleerte Verpackungen, die keine Lebensmittel enthalten, sondern beispielsweise Cremes oder Farben, zählen dazu.

Tabelle 49: Störstoffe im Biogut je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
	Störstoffe	2,7	100 %	4,4	1,6
1	Glas	0,1	4,1 %	0,2	< 0,05
3	Kunststoffe	0,4	16,4 %	0,7	0,3
4	Metalle	0,1	4,8 %	0,3	< 0,05
5	Textilien/Schuhe, Leder	0,1	2,1 %	0,2	--
7	Verbunde	0,1	4,4 %	0,3	--
8	Hygieneprodukte	0,1	3,3 %	0,2	--
9	Inertmaterial	0,3	12,0 %	0,7	0,1
10-1-3	Verpackte Lebensmittel	0,7	25,9 %	1,2	0,4
11	Problem-/Schadstoffe	< 0,05	0,4 %	< 0,05	< 0,05
12	Sonstige Abfälle	0,7	26,6 %	0,5	0,8

„--“ keine ausreichenden Daten/in anderer Stoffgruppe enthalten

Kunststoffe im Biogut

Bei den im Biogut enthaltenen Kunststoffen handelt es sich zu rund 53 % um Beutel, die für die Biogut-sammlung im Haushalt genutzt wurden. Dabei handelt es sich mehrheitlich um nicht biologisch abbaubare Kunststoffbeutel. Ein weiterer Anteil der in den Haushalten verwendeten Beutel besteht aus biologisch abbaubaren Materialien bzw. Werkstoffen, den sogenannten BAW-Beuteln.

Tabelle 50: Kunststoffe im Biogut je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
3	Kunststoffe	0,4	100 %	0,7	0,3
3-1	Hartkunststoffe, sonstige Folien	0,1	21,6 %	0,3	--
3-6	Kunststoffe, nicht differenziert	0,1	16,9 %	0	< 0,05
3-7	Kunststoffe 10-40 mm	< 0,05	8,3 %	< 0,05	0,3
	Beutel	0,2	53,2 %	0,4	< 0,05
3-2	Große Beutel > A4, dickwandig	< 0,05	5,2 %	< 0,05	< 0,05
3-3	Sonstige Beutel (Müllbeutel)	0,1	17,6 %	0,1	< 0,05
3-4	Kleine Beutel (Hemdchenbeutel)	< 0,05	9,7 %	0,1	< 0,05
3-5	BAW-Beutel	0,1	20,7 %	0,2	0,1

„--“ keine ausreichenden Daten/in anderer Stoffgruppe enthalten

4.3 Leichtverpackungen

4.3.1 Aufkommen und Zusammensetzung von Leichtverpackungen

Das Aufkommen an LVP lag 2019 in Sachsen bei 164.082 Mg bzw. 40 kg/(E*a). Gemäß der in dieser Studie vorgenommenen Schichtung der öRE in Sachsen (siehe Kapitel 3.1.3) stammten davon 72 % aus ländlichen Gebieten (Schicht 1&2) und 28 % aus städtischen Gebieten (Schicht 4).

Gemäß der in Kapitel 3.3.2 erläuterten Methodik wurde die Zusammensetzung der LVP für Sachsen und für die einzelnen Schichten berechnet (siehe Tabelle A 3).

Abbildung 9 zeigt die Zusammensetzung der LVP in Sachsen. LVP bestehen aus Kunststoff-, Metall- oder Verbundverpackungen. LVP setzen sich nur zu 55 % aus Verpackungsmaterialien zusammen. Weitere im LVP enthaltene Stoffgruppen sind sonstige Kunststoffe (11 %), sonstige Abfälle (7 %) und PPK (6 %).

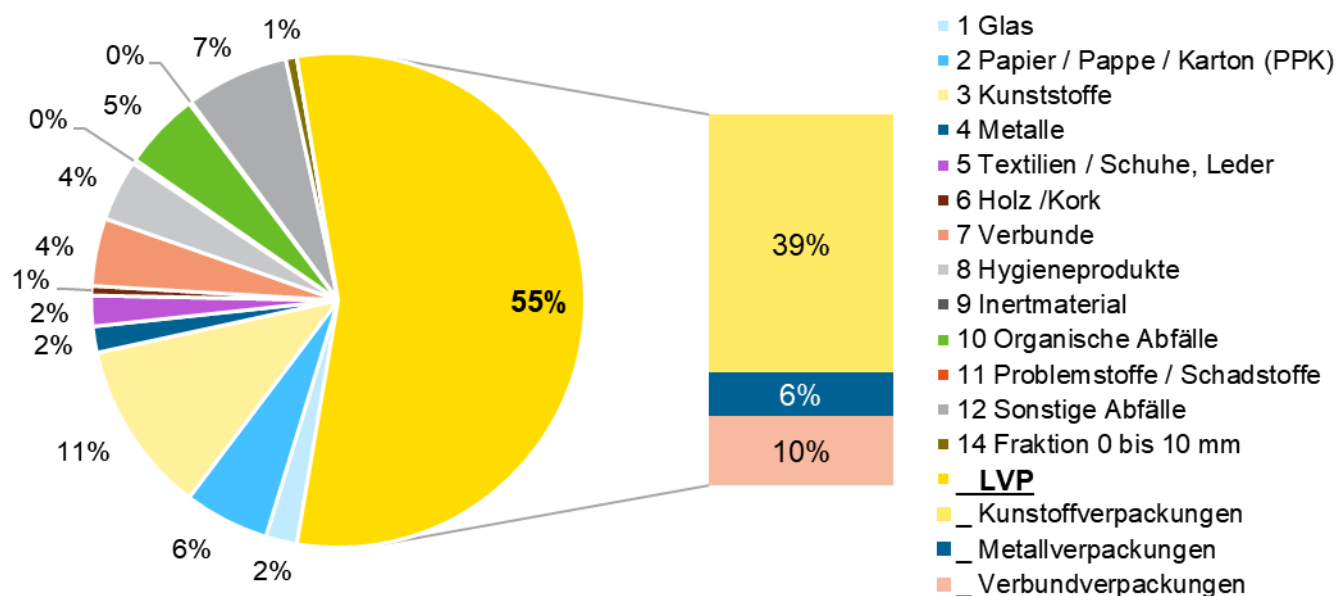


Abbildung 9: Zusammensetzung der Leichtverpackungen in Sachsen 2019

Die Stoffgruppen der LVP werden in fünf Hauptgruppen eingeteilt:

- trockene Wertstoffe (Stoffgruppen 1-7): 83 %
- organische Abfälle (Stoffgruppe 10): 5 %
- Problem- und Schadstoffe (Stoffgruppe 11): 0,2 %
- Reststoffe (Stoffgruppen 8, 9 und 12): 11 %
- Feinfraktion 0 bis 10 mm (Stoffgruppe 14): 1 %

In Tabelle 51 wird das einwohnerspezifische Aufkommen und die Zusammensetzung der Stoffgruppen für Sachsen und für die einzelnen Schichten dargestellt.

Tabelle 51: Einwohnerspezifische Zusammensetzung der LVP je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1&2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
1	Glas	0,8	2,0 %	0,8	0,8
2	PPK	2,3	5,6 %	2,3	2,2
3	Kunststoffe	20,1	49,7 %	23,4	13,7
4	Metalle	3,3	8,1 %	4,0	2,0
5	Textilien/Schuhe, Leder	0,8	2,0 %	0,8	0,9
6	Holz/Kork	0,3	0,6 %	0,1	0,6
7	Verbunde	6,0	14,8 %	6,6	4,8
8	Hygieneprodukte	1,6	4,0 %	1,9	1,0
9	Inertmaterial	0,1	0,3 %	0,1	0,2
10	Organische Abfälle	2,0	5,1 %	2,1	1,8
11	Problem-/Schadstoffe	0,1	0,2 %	< 0,05	0,1
12	Sonstige Abfälle	2,7	6,9 %	1,5	5,2
14	Fraktion 0 bis 10 mm	0,3	0,7 %	0,3	0,2
Summe		40,3	100 %	43,9	33,4

4.3.2 Trockene Wertstoffe in Leichtverpackungen

Die in LVP enthaltenen trockenen Wertstoffe umfassen die Stoffgruppen Glas, PPK, Kunststoffe, Metalle, Textilien, Holz/Kork und Verbunde. Der Anteil trockener Wertstoffe in LVP beträgt 83 %.

Die drei verpackungshaltigen Stoffgruppen Kunststoffe, Metalle und Verbunde stellen 88 % der trockenen Wertstoffe in LVP dar (siehe Abbildung 10).

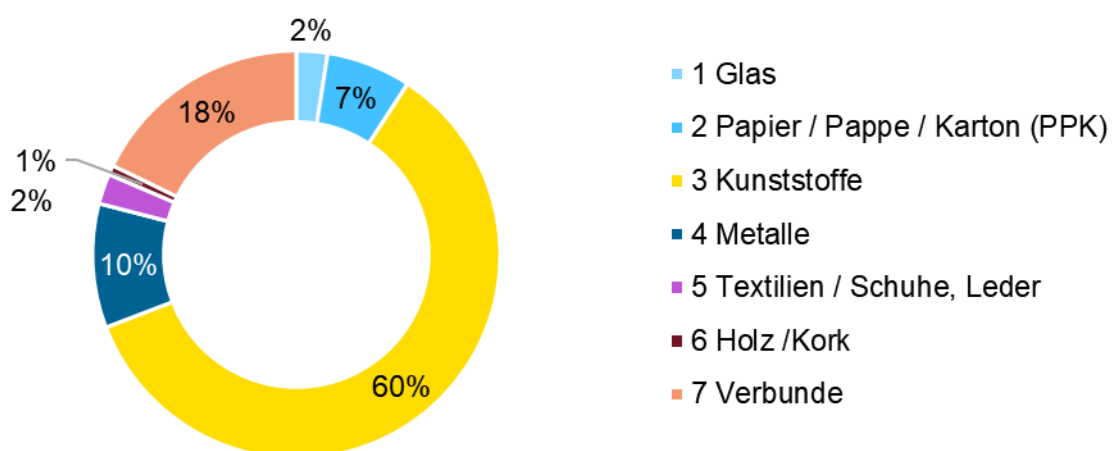


Abbildung 10: Zusammensetzung der trockenen Wertstoffe in LVP in Sachsen 2019

Die in LVP enthaltenen trockenen Wertstoffe können in Verpackungen und sonstige trockene Wertstoffe unterschieden werden. Abbildung 11 zeigt die anteilige Zusammensetzung der trockenen Wertstoffe, welche in LVP enthalten sind. Für Sachsen liegt dieser Anteil bei 67 %. LVP enthalten in städtischen Gebieten (Schicht 4) 10 % mehr sonstige trockene Wertstoffe als in ländlichen Gebieten (Schicht 1&2). In Sachsen beträgt dieser Anteil 33 %.

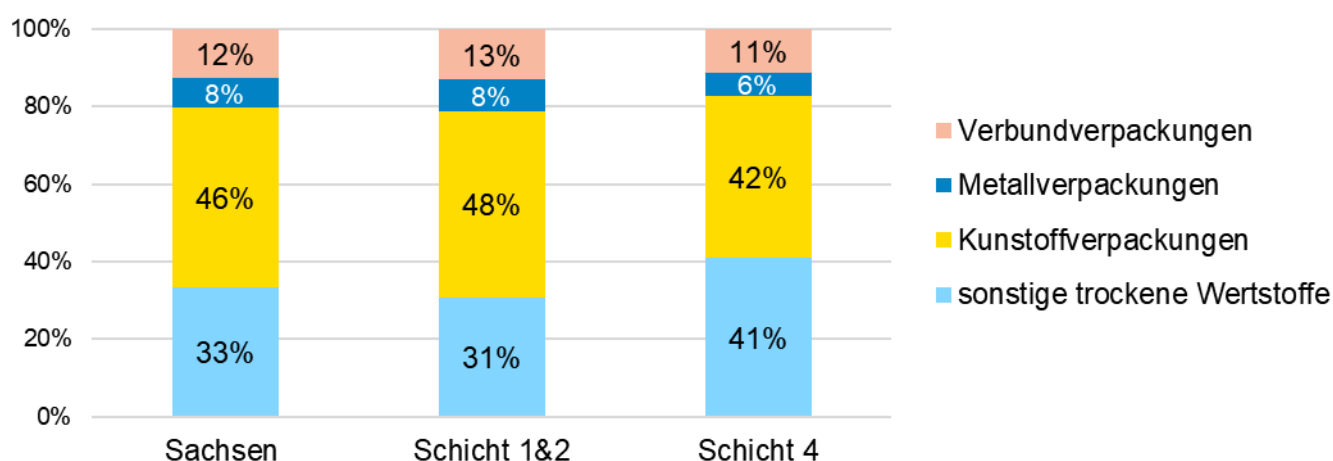


Abbildung 11: Anteil der Verpackungen an den trockenen Wertstoffen in LVP je Schicht und in Sachsen 2019

4.3.2.1 Glas in Leichtverpackungen

Tabelle 52 gibt einen Überblick über die in den LVP enthaltene einwohnerspezifische Menge an Glas. In beiden Schichten (städtische und ländliche Gebiete) sind rund 1 kg/(E*a) in den LVP enthalten, davon überwiegend Glasverpackungen bzw. Behälterglas.

Tabelle 52: Glas in LVP je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1&2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
1	Glas	0,8	100 %	0,8	0,8
1-1	Glasverpackungen/ Behälterglas	0,8	92,9 %	0,7	0,8
1-2	Glas-Nichtverpackungen	< 0,05	4,4 %	0,1	0
1-3	Glas 10-40 mm	< 0,05	2,7 %	< 0,05	< 0,05

4.3.2.2 Papier, Pappe und Kartonagen in Leichtverpackungen

Die Stoffgruppe PPK umfasst Papiere und Kartonagen, welche als Verpackungen, Druckerzeugnisse oder sonstige PPK wie Backpapier genutzt werden. Abzugrenzen sind die Hygienepapiere wie Küchenrolle oder Taschentücher, die zur Stoffgruppe 8 Hygieneprodukte zählen.

Tabelle 53 gibt einen Überblick über die einwohnerspezifische Menge an PPK, welche in den LVP enthalten sind. Insgesamt und in beiden Schichten (städtische und ländliche Gebiete) sind durchschnittlich 2,2 bis 2,3 kg/(E*a) in LVP enthalten, davon überwiegend PPK-Verpackungen.

Tabelle 53: PPK in LVP je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
2	PPK	2,3	100 %	2,3	2,2
2-1	PPK-Verpackungen	1,7	75,7 %	1,7	1,7
2-2	Druckerzeugnisse	0,4	17,0 %	0,4	0,4
2-3	Sonstige PPK	0,1	6,1 %	0,2	0,1
2-4	PPK 10-40 mm	< 0,05	1,2 %	< 0,05	< 0,05

4.3.2.3 Kunststoffe in Leichtverpackungen

Tabelle 54 gibt einen Überblick über die einwohnerspezifische Menge an Kunststoffen, welche in LVP enthalten sind. LVP setzten sich zu 77,1 % bzw. 15,5 kg/(E*a) aus Kunststoffverpackungen zusammen. In Schicht 1&2 (ländliche Gebiete) sind es 18,2 kg/(E*a) und in Schicht 4 (städtische Gebiete) 10,4 kg/(E*a). Sonstige Kunststoffe, welche Störstoffe im Abfallstrom der LVP sind, machen 22,4 % bzw. 4,5 kg/(E*a) der stofflichen LVP-Zusammensetzung aus. Dazu zählen vor allem diverse Gebrauchsgegenstände aus Kunststoff mit einem prozentualen Anteil von rund 16 %. Als nicht vermeidbarer Anteil der LVP-Sammlung sind kunststoffbasierte Abfallsäcke und -tüten mit einem Anteil von 4,5 % in den LVP enthalten.

Tabelle 54: Kunststoffe in LVP je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
3	Kunststoffe	20,1	100 %	23,4	13,7
3-1	Kunststoffverpackungen	15,5	77,1 %	18,2	10,4
3-1-1	Kunststoffverpackungsfolien	6,2	30,8 %	7,1	4,4
3-1-2	Kunststoffverpackungen (Hartkunststoffe)	9,1	45,3 %	10,7	5,9
3-1-3	Kunststoffverpackungen als Mülltüten (Einweg-Taschen)	0,2	1,0 %	0,3	0,1
3-2	Sonstige Kunststoffe	4,5	22,4 %	5,2	3,3
3-2-1	Sonstige Kunststoffe, Gebrauchsgegenstände	3,2	15,9 %	3,8	2,1
3-2-2	Abfallsäcke und -tüten keine Verpackungen	0,9	4,5 %	0,9	0,9
3-2-3	Kunststoffe 10-40 mm	0,4	2,0 %	0,5	0,3

4.3.2.4 Metalle in Leichtverpackungen

Tabelle 55 gibt einen Überblick über die einwohnerspezifische Menge von Metallen, welche in den LVP enthalten sind. Metallverpackungen werden regulär über die LVP-Sammlung erfasst. Sie stellen rund 79 % der im LVP enthaltenen Metalle dar.

Der einwohnerspezifische Wert in Sachsen liegt bei 3,3 kg/(E*a). Metalle werden in Schicht 1&2 (ländliche Gebiete) doppelt so häufig über die LVP-Sammlung erfasst wie in Schicht 4 (städtische Gebiete).

Tabelle 55: Metalle in LVP je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1&2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
4	Metalle	3,3	100 %	4,0	2,0
4-1	Fe-Metallverpackungen	2,0	59,1 %	2,4	1,1
4-2	Nichteisen (NE) Verpackungen	0,6	19,8 %	0,8	0,4
4-3	Fe-Metalle, Gebrauchsgegenstände	0,1	2,9 %	0,1	0,1
4-4	NE-Metalle, Gebrauchsgegenstände	0,2	5,0 %	0,2	0,1
4-5	Metalle 10-40 mm	0,4	13,2 %	0,5	0,3

4.3.2.5 Textilien in Leichtverpackungen

Tabelle 56 gibt einen Überblick über die einwohnerspezifische Menge von Textilien, welche in LVP enthalten sind. Die einwohnerspezifische Menge beträgt in Sachsen und in den beiden Schichten rund 1 kg/(E*a).

Tabelle 56: Textilien in LVP je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1&2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
5	Textilien/Schuhe, Leder	0,8	100 %	0,8	0,9
5-1	Bekleidungstextilien	0,3	37,6 %	0,1	0,7
5-2	Sonstige Textilien	0,4	52,2 %	0,6	0,1
5-3	Altschuhe, Leder	0,1	10,2 %	0,1	0,1
5-4	Textilien/Schuhe, Leder 10-40 mm	--	--	--	--

„--“ keine ausreichenden Daten/in anderer Stoffgruppe enthalten

4.3.2.6 Holz/Kork in Leichtverpackungen

Tabelle 57 gibt einen Überblick über die einwohnerspezifische Menge von Holz/Kork, welche in LVP enthalten sind. Der einwohnerspezifische Wert in Sachsen liegt bei 0,26 kg/(E*a). In Schicht 1&2 (ländliche Gebiete) sind es 0,1 kg/(E*a) und in Schicht 4 (städtische Gebiete) 0,6 kg/(E*a).

Tabelle 57: Holz/Kork in LVP je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
6	Holz/Kork	0,26	100 %	0,1	0,6
6-1	Holz/Kork	0,24	92,0 %	0,1	0,6
6-2	Holz/Kork 10-40 mm	< 0,05	8,0 %	< 0,05	< 0,05

4.3.2.7 Verbunde in Leichtverpackungen

Tabelle 58 gibt einen Überblick über die einwohnerspezifische Menge von Verbunden, welche in LVP enthalten sind. Den größten Anteil der Verbunde machen Verbundverpackungen wie Tetrapaks mit rund 70 % aus und beträgt 6 kg/(E*a) in Sachsen. In Schicht 1&2 (ländliche Gebiete) sind es 6,6 kg/(E*a) und in Schicht 4 (städtische Gebiete) 4,8 kg/(E*a).

Tabelle 58: Verbunde in LVP je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
7	Verbunde	6,0	100 %	6,6	4,8
7-1	Verbundverpackungen	4,2	69,8 %	4,9	2,8
7-2	Sonstige Verbundmaterialien	1,2	20,3 %	1,4	0,9
7-3	EAG	0,6	9,7 %	0,3	1,1
7-4	Verbunde 10-40 mm	< 0,05	0,2 %	< 0,05	< 0,05

4.3.3 Organische Abfälle in Leichtverpackungen

Tabelle 59 gibt einen Überblick über die einwohnerspezifische Menge von organischen Abfällen, welche in LVP enthalten sind. Der einwohnerspezifische Wert in Sachsen liegt bei 2 kg/(E*a). In beiden Schichten (städtische und ländliche Gebiete) werden durchschnittlich etwa 2 kg/(E*a) an organischen Abfällen über LVP erfasst. Ein Großteil hiervon (rund zwei Drittel) wurde in nicht restentleerten Verpackungen entsorgt.

Tabelle 59: Organische Abfälle in LVP je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
10	Organische Abfälle	2,0	100 %	2,1	1,8
10-1	Küchen-/Nahrungsabfälle	1,9	94,8 %	2,0	1,8
10-1-1	Küchenabfälle	0,3	12,6 %	0,2	0,4
10-1-2	Nahrungsabfälle	0,4	17,5 %	0,3	0,4
10-1-3	Verpackte Lebensmittel	1,3	64,7 %	1,5	1,0
10-2	Gartenabfälle	0,1	5,2 %	0,1	< 0,05
10-3	sonstige Organik	< 0,05	0 %	< 0,05	0
10-4	Organik 10-40 mm	--	--	--	--

„--“ keine ausreichenden Daten/in anderer Stoffgruppe enthalten

4.3.4 Problem- und Schadstoffe in Leichtverpackungen

Tabelle 60 gibt einen Überblick über die einwohnerspezifische Menge von Problem- und Schadstoffen, welche in LVP enthalten sind. Problem- und Schadstoffe sind nur in kleinen Mengen in Höhe von 0,1 kg/(E*a) in Sachsen (rund 100 Gramm je Einwohner und Jahr) und in Schicht 4 (städtische Gebiete) festzustellen. In Schicht 1&2 (ländlichen Gebiete) liegt der einwohnerspezifische Wert bei kleiner 0,05 kg/(E*a).

Tabelle 60: Problem- und Schadstoffe in LVP je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
11	Problem-/Schadstoffe	0,1	100 %	< 0,05	0,1
11-1	Batterien	< 0,05	22,0 %	< 0,05	< 0,05
11-2	Problem-/Schadstoffe nicht differenziert	< 0,05	63,7 %	< 0,05	0,1
11-3	Problem-/Schadstoffe 10-40 mm	< 0,05	14,3 %	< 0,05	< 0,05

4.3.5 Reststoffe und Feinfraktion in Leichtverpackungen

Tabelle 61 gibt einen Überblick über die einwohnerspezifische Menge von Reststoffen, welche in LVP enthalten sind. Zu der Hauptgruppe Reststoffe gehören Hygieneprodukte, Inertmaterial, sonstige Abfälle und die Feinfraktion. Sie stellen 12 % des LVP-Aufkommens dar. Zu den sonstigen Abfällen gehören Monofractionen, die zu keiner der bisher betrachteten Stoffgruppen zugeordnet werden konnten, wie beispielsweise Wachs oder Gummi. Auch gefüllte/nicht restentleerte Verpackungen, die keine Lebensmittel enthalten, sondern beispielsweise Cremes oder Farben, zählen dazu.

Den Großteil der Reststoffe im LVP machen die sonstigen Abfälle sowie die Hygieneprodukte aus. LVP enthält eine geringe einwohnerspezifische Menge an Feinfraktion in Höhe von 6,2 %.

Tabelle 61: Reststoffe in LVP je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
	Hauptgruppe Reststoffe	4,8	100 %	3,8	6,6
8	Hygieneprodukte	1,6	33,5 %	1,9	1,0
8-1	Hygienepapiere	1,0	20,6 %	1,1	0,7
8-2	Windeln/Sonstige Hygiene- produkte	0,6	12,9 %	0,8	0,3
9	Inertmaterial	0,1	2,3 %	0,1	0,2
12	Sonstige Abfälle	2,8	58,0 %	1,5	5,2
12-1	Sonstige Abfälle	1,7	35,7 %	0,2	4,5
12-2	sonstige gefüllte Verpackungen	0,4	9,3 %	0,6	0,2
12-3	Sonstige Abfälle 10-40 mm	0,6	13,0 %	0,7	0,5
14	Feinfraktion	0,3	6,2 %	0,3	0,2

4.4 Befragung Wertstoffhof

Die Ergebnisse der Wertstoffhof-Befragung für sperrige Abfälle werden in Kapitel 4.5.3 und für EAG in Kapitel 4.6.4 dargestellt. Nachfolgend werden abfallstromübergreifende Daten zu den befragten Personen dargestellt.

Basisdaten zu den befragten Personen

In Abbildung 12 ist die prozentuale Verteilung der befragten Personen nach Altersstruktur in den untersuchten Gebieten dargestellt. In städtischen Gebiet konnten nur vier jüngere Personen, welches ein Anteil von 0,8 % der insgesamt in dieser Schicht befragten Personen ausmacht, befragt werden. In ländlichen Gebiet lag der Anteil der jüngeren befragten Personen bis ca. 25 Jahren bei 20,4 %. Die größte Altersgruppe im ländlichen Gebiet der befragten Personen waren die 25-55-jährigen und im städtischen Gebiet die eher älteren ab ca. 55 Jahren.

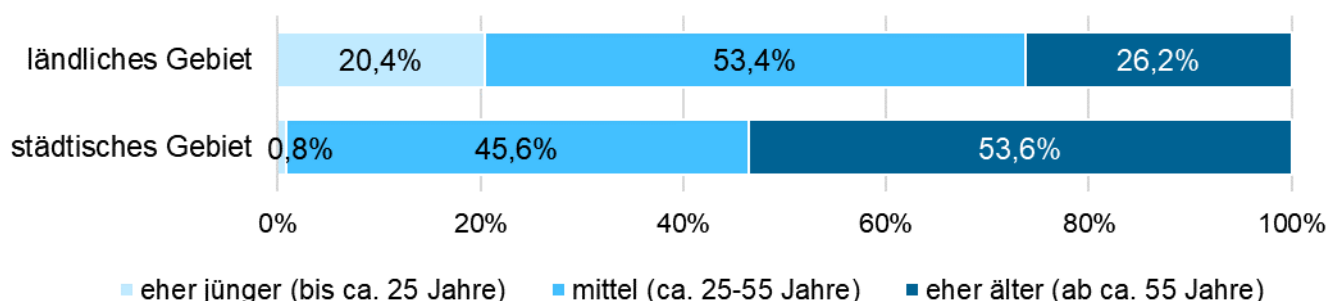


Abbildung 12: Altersstruktur der befragten Personen je Gebiet

Die Verteilung der befragten Personen auf die Bebauungsstruktur ist in beiden Gebieten relativ ähnlich (siehe Abbildung 13). Die größte Gruppe der Befragten lebt in Mehrfamilienhäusern. Personen aus Ein- und Zweifamilienhausbebauung stellen die zweitgrößte Gruppe dar und Großwohnanlagen die kleinste.

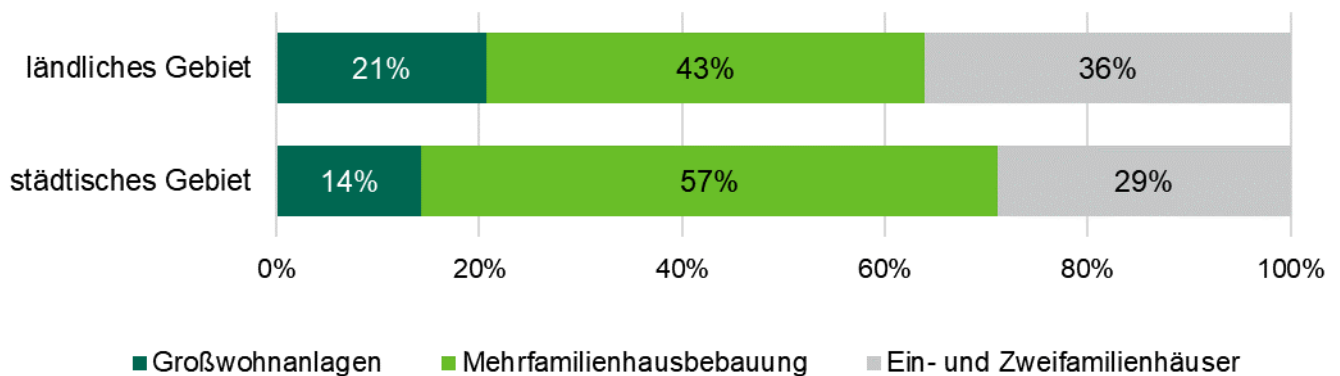


Abbildung 13: Anteil der befragten Personen nach Bebauungsstruktur je Gebiet

Abbildung 14 zeigt, welche Abfallarten die Befragten jeweils zum Wertstoffhof gebracht haben. Zwei Drittel der Befragten im ländlichen Gebiet hatten ausschließlich EAG dabei und 12 % EAG und sperrige Abfälle. Im städtischen Gebiet wurden durch fast gleich viele Personen nur EAG (36 %) oder nur sperrige Abfälle (39 %) angeliefert. Der Anteil der Befragten, die beide Abfallarten abgaben, lag bei 25 %.

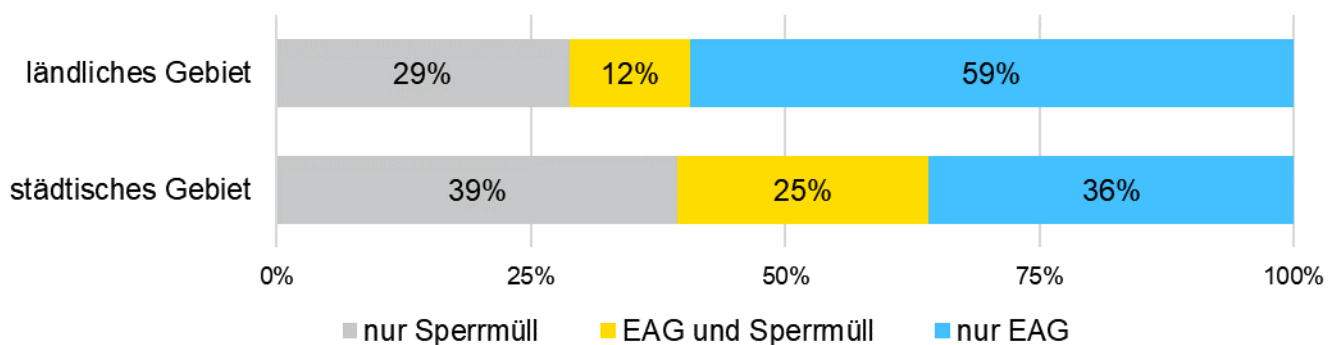


Abbildung 14: Anliefernde Personen nach Abfallart je Gebiet

4.5 Sperrige Abfälle

4.5.1 Aufkommen und Sammlung von sperrigen Abfällen

Das Aufkommen an sperrigen Abfällen in Sachsen betrug 2019 119.469 Mg bzw. 29 kg/(E*a). Davon fielen 74 % in ländlichen Gebieten (Schicht 1&2) und 26 % in städtischen Gebieten (Schicht 4) an.

Das Verhältnis von Hol- zu Bringsystem war bei fünf örE in Schicht 1&2 (ländliche Gebiete) und bei einem örE in Schicht 4 (städtische Gebiete) bekannt. Basierend auf der in Kapitel 3.3.2 beschriebenen Methodik wurde für alle anderen örE das Verhältnis von Hol- und Bringsystem geschätzt. Demnach

werden sperrige Abfälle in Sachsen zu ungefähr gleichen Teilen im Hol- und im Bringsystem gesammelt. In Schicht 1&2 (ländliche Gebiete) überwiegt das Holsystem mit 62 % und in Schicht 4 (städtische Gebiete) das Bringsystem mit 84 % (siehe Tabelle 62).

Tabelle 62: Aufkommen und Sammelsystem sperriger Abfälle je Schicht und in Sachsen

Schicht	Einwohner ¹⁾	sperrige Abfälle		Sammlung ²⁾	
				im Holsystem	im Bringsystem
	[E]	[Mg/a]	[kg/(E*a)]	Anteil	Anteil
Schicht 1&2	2.682.515	88.103	32,8	62%	38%
Schicht 4	1.390.145	31.366	22,6	16%	84%
Sachsen	4.072.660	119.469	29,3	50%	50%

1) Schichtung basierend auf Tabelle 5

2) für örE ohne Information zu Aufteilung der Mengen auf Hol-und Bringsystem wurden die Anteile geschätzt über die entsprechenden Stichproben-örE der Schicht.

4.5.2 Zusammensetzung von sperrigen Abfällen

Gemäß der in Kapitel 3.3.2 erläuterten Methodik wurde die Zusammensetzung der sperrigen Abfälle für Sachsen und für die einzelnen Schichten berechnet (siehe Tabelle A 4). Sperrige Abfälle in Sachsen bestehen zu 44 % aus Holz und 36 % Verbunden. Textile Bodenbeläge und Metalle sind von den übrigen trockenen Wertstoffen mit je 7 % die häufigsten (siehe Abbildung 15).

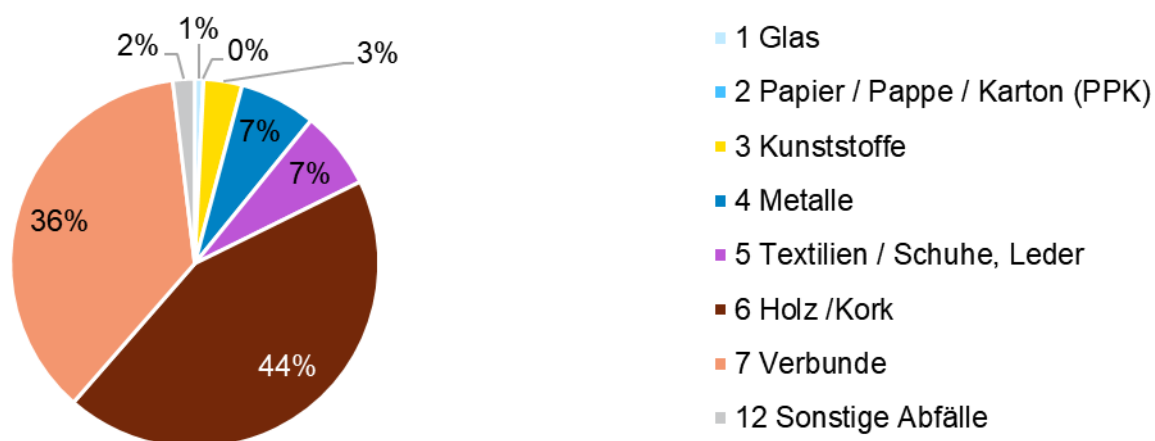


Abbildung 15: Zusammensetzung der sperrigen Abfälle in Sachsen 2019

In Tabelle 63 wird das einwohnerspezifische Aufkommen und die Zusammensetzung der Stoffgruppe sperriger Abfälle für Sachsen und den einzelnen Schichten dargestellt.

Tabelle 63: Einwohnerspezifische Zusammensetzung der sperrigen Abfälle je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1&2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
1	Glas	0,2	0,7 %	0,2	0,2
2	PPK	< 0,05	0 %	< 0,05	0
3	Kunststoffe	1,0	3,4 %	0,5	2,0
4	Metalle	2,0	6,7 %	2,5	1,0
5	Textilien/Schuhe, Leder	2,0	6,8 %	1,5	3,1
6	Holz/Kork	12,8	43,7 %	14,1	10,3
7	Verbunde	10,8	36,7 %	13,2	6,1
12	Sonstige Abfälle	0,6	1,9 %	0,9	< 0,05
Summe		29,3	100 %	32,8	22,6

Verbunde in sperrigen Abfällen

In Tabelle 64 wird das einwohnerspezifische Aufkommen und die Zusammensetzung der Stoffgruppe Verbunde in den sperrigen Abfällen für Sachsen und den einzelnen Schichten dargestellt.

Verbunde stellen die zweitgrößte Stoffgruppe der sperrigen Abfälle dar. Sie bestehen fast zur Hälfte aus Polstermöbeln, gefolgt von Holz-Verbunden mit 26 %.

Tabelle 64: Verbunde in den sperrigen Abfällen je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1&2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
7	Verbunde	10,8	100 %	13,1	6,1
7-2	Sonstige Verbundmaterialien	9,8	90,8 %	11,6	6,0
7-2-1	Holzanteil 25-50 %	2,8	26,3 %	4,3	0,1
7-2-2	Matratzen	1,7	16,2 %	1,9	1,3
7-2-3	Polstermöbel	4,6	42,4 %	4,8	4,0
7-2-4	Sonstige Verbunde	0,6	5,9 %	0,6	0,6
7-3	EAG	1,0	9,2 %	1,5	< 0,05

4.5.3 Ergebnisse der Wertstoffhof-Befragung für sperrige Abfälle

4.5.3.1 Häufigkeit der Wertstoffhofnutzung für sperrige Abfälle

Insgesamt wurden 522 Personen befragt, die sperrige Abfälle zum Wertstoffhof brachten, davon 206 im ländlichen und 316 im städtischen Gebiet.

Tabelle 65 fasst die Ergebnisse der ermittelten Häufigkeit der Entsorgung sperriger Abfälle über den Wertstoffhof zusammen.

Im städtischen Gebiet wird der Wertstoffhof häufiger zur Abgabe von sperrigen Abfällen genutzt als im ländlichen Gebiet. 26 % der städtischen Befragten gaben an, den Wertstoffhof selten zu nutzen. Im ländlichen Gebiet sind es hingegen 54 %.

Tabelle 65: Häufigkeit der Entsorgung von sperrigen Abfällen über den Wertstoffhof je Gebiet

Häufigkeit der Entsorgung von sperrigen Abfällen	ländliches Gebiet	städtisches Gebiet
regelmäßig (öfter als zweimal im Jahr)	19 %	27 %
manchmal (1-2-mal im Jahr)	27 %	47 %
selten (weniger als ein Mal im Jahr)	54 %	26 %
Anzahl der befragten Personen	206	316

4.5.3.2 Zusammensetzung der abgegebenen sperrigen Abfälle

Durch die Befragten wurden in beiden Gebieten ähnliche Mengen an sperrigen Abfällen abgegeben (siehe Tabelle 72). Die abgegebene Masse lag bei durchschnittlich 106,0 kg pro Person im ländlichen Gebiet und 57,8 kg pro Person im städtischen Gebiet.

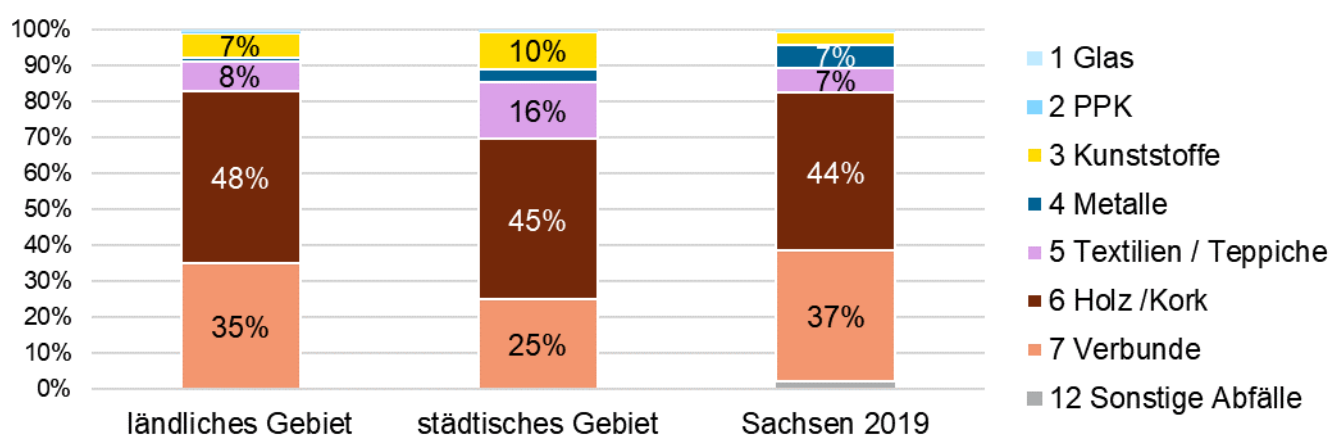
Tabelle 66: Masse und Anzahl der abgegebenen sperrigen Abfälle je Gebiet

Nr.	Stoffgruppe	ländliches Gebiet		städtisches Gebiet	
		Masse [kg]	Anzahl	Masse [kg]	Anzahl
1	Glas	155,4	64	136,0	56
2	PPK	100,1	258	-	-
3	Kunststoffe	1.394,3	326	1.869,0	437
4	Metalle	190,6	65	665,0	230
4-1	4-1 Fe-Metalle	166,8	56	591,0	202
4-2	4-2 NE-Metalle	23,8	9	74,0	28
5	Textilien/Teppiche	1.750,1	114	2.901,5	189
6	Holz/Kork	10.009,6	457	8.143,0	384
7	Verbunde	7.300,2	317	4.550,5	240
7-2-1	Holzanteil 25-50 %	-	-	36,0	4
7-2-2	Matratzen	1.507,7	95	984,0	62
7-2-3	Polstermöbel	5.427,4	159	3.038,0	89
7-2-4	Sonstige Verbunde	365,0	63	492,5	85
12	Sonstige Abfälle	7,0	14	2,5	5
Summe		20.907	1.615	18.268	1.541

„-“ Stoffgruppe wurde während der Befragung nicht abgegeben

In beiden Gebieten stellt Holz mit 43-45 % die größte Gruppe dar (siehe Abbildung 16). Hierbei handelte es sich überwiegend um Holzmöbel. An zweiter Stelle folgen die Verbunde mit 25-32 %, welche im Wesentlichen aus Polstermöbeln und Matratzen bestehen. Glas, PPK und Metalle wurden nur in geringen Mengen während der Befragung abgegeben. Im städtischen Gebiet wurden fast doppelt so viele Teppiche und andere textile Bodenbeläge abgegeben wie im ländlichen Gebiet.

Abbildung 16 zeigt einen Vergleich der ermittelten Zusammensetzung sperriger Abfälle über die durchgeführte Wertstoffhof-Befragung nach den untersuchten Gebieten mit der ermittelten Zusammensetzung getrennt erfasster sperriger Abfälle in Sachsen 2019. Das Ergebnis im Vergleich beider ermittelten Zusammensetzungen sperriger Abfälle zeigt, dass die über die Wertstoffhöfe abgegebenen sperrigen Abfälle im ländlichen Gebiet der Zusammensetzung der in Sachsen 2019 getrennt gesammelten sperrigen Abfälle weitgehend ähnlich ist. Während der Wertstoffhof-Befragung wurden mehr Kunststoffe und Inertmaterial und weniger Metalle abgegeben wie der Vergleich zur Zusammensetzung getrennt erfasster sperriger Abfälle in Sachsen 2019 zeigt. Der Vergleich verdeutlicht zudem, dass die Stoffgruppe Holz/Kork anteilig in beiden Gebieten (städtisch und ländlich) und in Sachsen 2019 durchschnittlich fast die Hälfte der Stoffgruppenzusammensetzung ausmacht.



Daten für Sachsen 2019 aus Tabelle 63

Daten für ländliches und städtisches Gebiet aus Befragung

Abbildung 16: Zusammensetzung der sperrigen Abfälle in der Befragung je Gebiet im Vergleich zu Sachsen 2019

4.5.3.3 Entsorgungsgründe für sperrige Abfälle

Je abgegebenem Objekt konnten mehrere Entsorgungsgründe angegeben werden. Für die folgende Aufstellung wurde bei Angabe von mehreren Gründen die Masse der sperrigen Abfälle je Eintrag durch die Anzahl der angegebenen Gründe geteilt. Anschließend wurde die Summe der Masseanteile je Grund gebildet. Im ländlichen Gebiet gab es einige wenige Befragte, die keine Angaben zu den Entsorgungsgründen machten.

Abbildung 17 stellt die Ergebnisse der durch die Befragten genannten Entsorgungsgründe für sperrige Abfälle nach den untersuchten Gebieten in Masse-% dar. Im ländlichen und städtischen Gebiet unterscheidet sich die Verteilung der angegebenen Gründe für die Entsorgung kaum. In beiden Gebieten ist der Hauptgrund für die Entsorgung sperriger Abfälle, dass die Befragten keine Verwendung dafür haben. Der zweithäufigste Grund ist, dass die sperrigen Abfälle kaputt sind.

Rund 12 % der sperrigen Abfälle werden entsorgt, weil diese den Befragten nicht mehr gefallen.

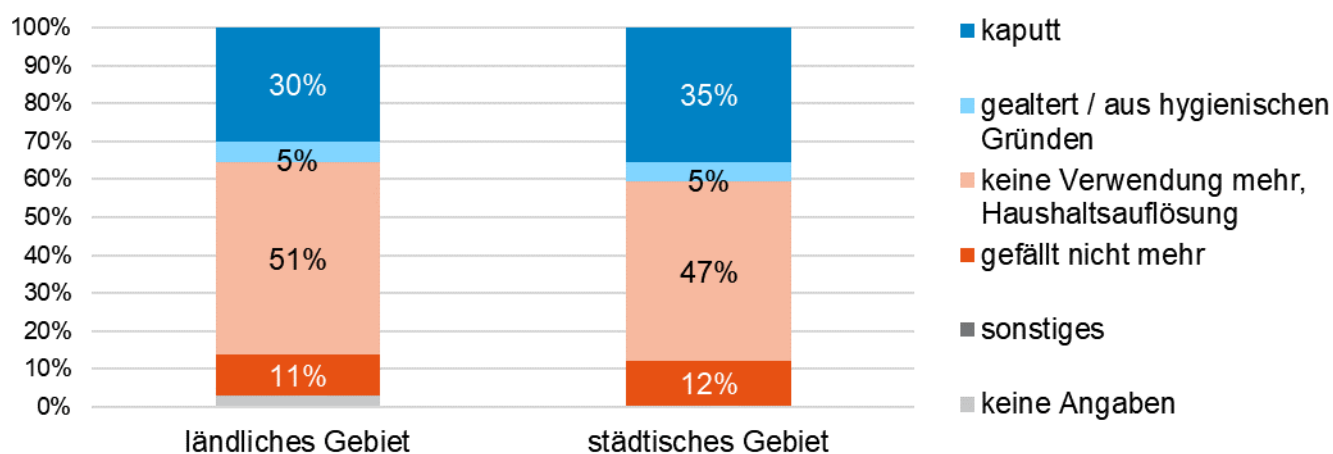


Abbildung 17: Entsorgungsgründe für sperrige Abfälle je Gebiet in [Masse-%]

Kaputte sperrige Abfälle

Der Anteil kaputter sperriger Abfälle ist im städtischen Gebiet in den meisten Stoffgruppen mindestens 11 % höher als im ländlichen Gebiet (siehe Tabelle 67). Einzige Ausnahmen sind die Stoffgruppen Glas, Textilien und Teppiche sowie die sonstigen Abfälle. Hier wurde im ländlichen Gebiet von den Befragten häufiger angegeben, dass diese kaputt seien.

Der Anteil der kaputten sperrigen Abfälle liegt nur bei den Polstermöbeln und sonstigen Verbunden im städtischen Gebiet und bei den sonstigen Abfällen im ländlichen Gebiet über 50 %.

Tabelle 67: Anteil und Masse der kaputten sperrigen Abfälle bei der Wertstoffhof-Befragung je Gebiet

Nr.	Stoffgruppe	ländliches Gebiet		städtisches Gebiet	
		Anteil	Masse [kg]	Anteil	Masse [kg]
1	Glas	27 %	41,3	0%	0
2	PPK	0 %	0	-	-
3	Kunststoffe	36 %	500,4	47%	869,4
4	Metalle	27 %	51,8	40%	264,5
4-1	Fe-Metalle	26 %	43,9	38%	227,0
4-2	NE-Metalle	33 %	7,9	51%	37,5
5	Textilien/Teppiche	41 %	721,5	12%	353,0
6	Holz/Kork	26 %	2569,0	34%	2754,0
7	Verbunde	37 %	2664,8	49%	2237,5
7-2-1	Holzanteil 25-50 %	-	-	100%	36,0
7-2-2	Matratzen	31 %	460,3	31%	304,0
7-2-3	Polstermöbel	38 %	2048,1	53%	1604,0
7-2-4	Sonstige Verbunde	43 %	156,4	60%	293,5
12	Sonstige Abfälle	57 %	4,0	0%	0
Summe		31 %	6.553	35%	6.478

„-“ Stoffgruppe wurde während der Befragung nicht abgegeben

Entsorgungsgründe funktionaler sperriger Abfälle

In Abbildung 18 und Abbildung 19 sind die Gründe für die Entsorgung der funktionalen sperrigen Abfälle nach Stoffgruppen und untersuchten Gebieten dargestellt. Der in allen Stoffgruppen am häufigsten genannte Grund für die Entsorgung der sperrigen Abfälle ist, dass die Befragten keine Verwendung mehr für sie hatten. Hygienische Gründe wurden bei Textilien mit rund 14 % und bei Matratzen mit ca. 27 % am zweithäufigsten genannt. Der Anteil an sperrigen Abfällen, die abgegeben wurden, weil sie den Befragten nicht mehr gefielen, liegt zwischen 2 und 17 %.

Im ländlichen Gebiet wurden mehrmals "sonstige Gründe" für die Entsorgung angegeben. Hierbei handelte es sich um drei Fälle, in denen sperrige Abfälle und EAG durch Unbekannte illegal auf privaten Grundstücken abgeladen wurden. Die Grundstückseigner brachten diese Abfälle zum Wertstoffhof.

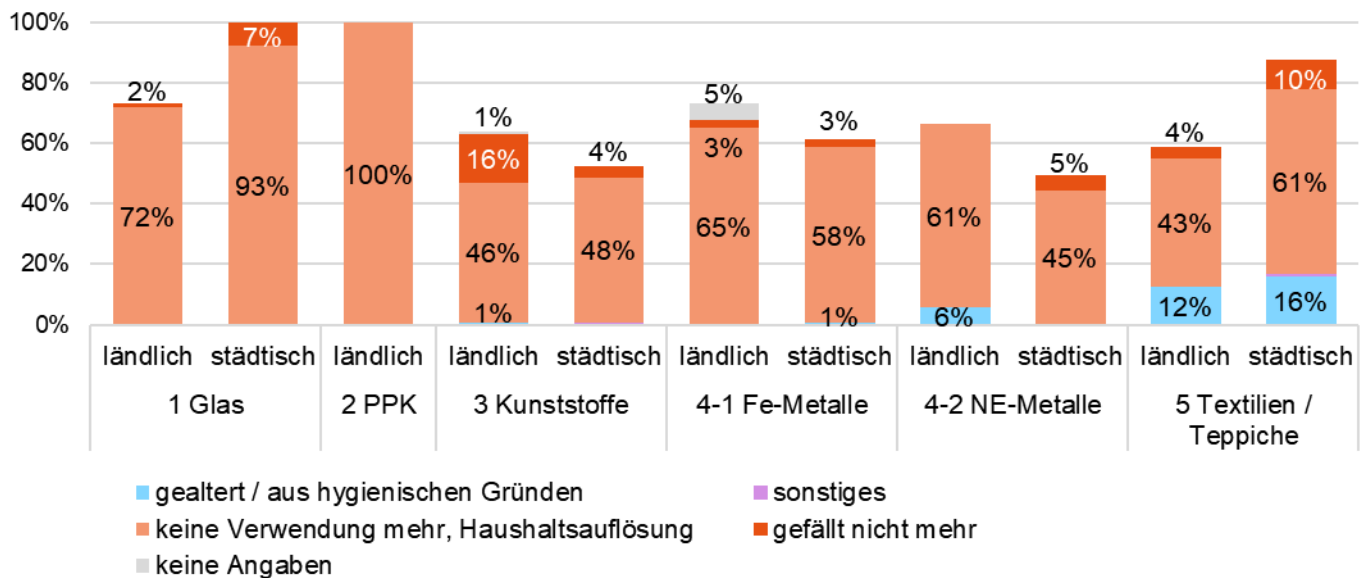


Abbildung 18: Entsorgungsgründe funktionaler sperriger Abfälle der Stoffgruppen 1-5 je Gebiet

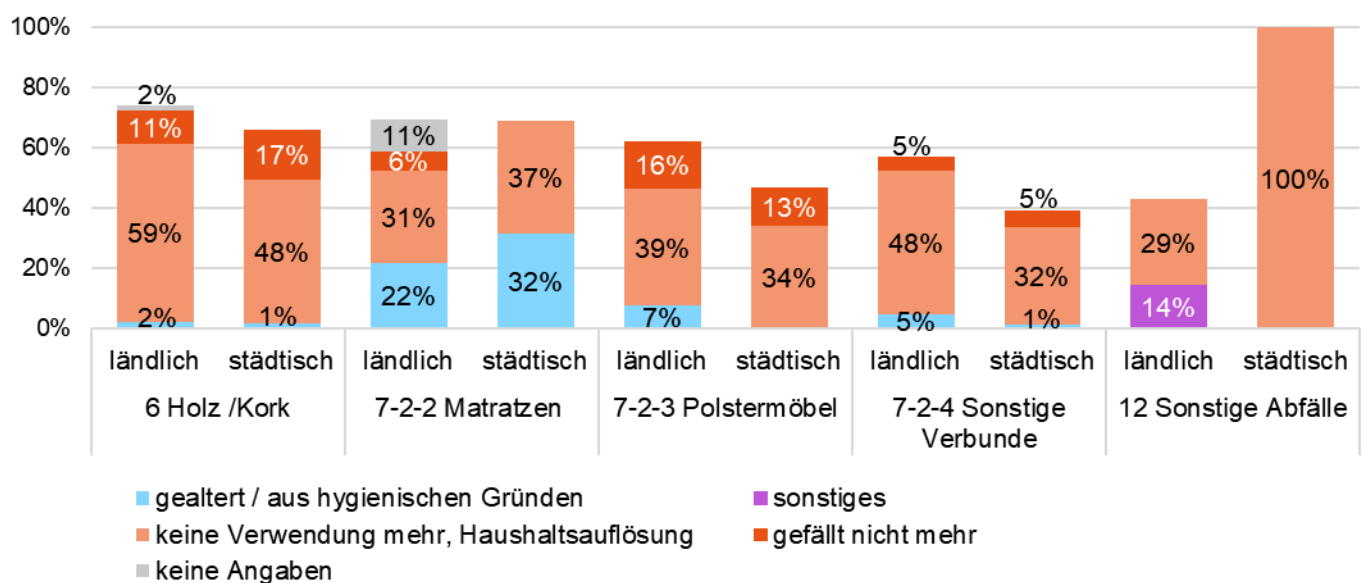


Abbildung 19: Entsorgungsgründe funktionaler sperriger Abfälle der Stoffgruppen 6-12 je Gebiet

4.5.3.4 Reparaturversuche für sperriger Abfälle

In der Befragung konnte angegeben werden, ob bei kaputten Gegenständen eine Reparatur versucht wurde oder nicht. Im ländlichen Gebiet wurden zu 93 % der kaputten sperrigen Abfälle Angaben zu Reparaturversuchen gemacht, im städtischen Gebiet zu 40 %. Für die weitere Betrachtung werden die Stoffgruppen Glas, Matratzen, sonstige Abfälle und Verbunde mit 25-50 % Holzanteil ausgeklammert. Matratzen sind nicht reparierbar und bei den übrigen Stoffgruppen wurden zu weniger als 5 % Angaben zum Thema Reparatur gemacht oder die abgegebene Menge war zu gering, um aussagekräftig bewertet werden zu können.

Tabelle 68 stellt das Befragungsergebnis der anteiligen Reparaturversuche kaputter sperriger Abfälle nach den Stoffgruppen dar. Im Durchschnitt wurde bei 9 % der kaputten sperrigen Abfälle eine Reparatur versucht. Das Ergebnis zeigt, dass bei Gegenständen aus sonstigen Verbunden (wie z. B. Wäschespinnen oder Kinderwagen) in einem wesentlichen Umfang mit 41 % eine Reparatur versucht wurde.

Tabelle 68: Anteil der kaputten sperrigen Abfälle mit Reparaturversuch

Nr.	Stoffgruppe	ja	nein
Wurde eine Reparatur versucht?			
3	Kunststoffe	30 %	70 %
4	Metalle	20 %	80 %
5	Textilien/Teppiche	15 %	85 %
6	Holz/Kork	49 %	51 %
7-2-3	Polstermöbel	33 %	67 %
7-2-4	Sonstige Verbunde	16 %	84 %
sperrige Abfälle		41 %	59 %

Reparatur wurde versucht

Die Befragung hat ergeben, dass Reparaturversuche scheitern, weil keine Ersatzteile mehr verfügbar sind (siehe Tabelle 69). Der am häufigsten genannte sonstige Grund war, dass das Objekt bereits mehrfach repariert wurde, beim letzten Mal aber erfolglos.

Tabelle 69: Anteil der Gründe, aus denen der Reparaturversuch gescheitert ist

Gründe für das Scheitern des Reparaturversuchs	Anteil
keine Ersatzteile mehr verfügbar/ Reparatur nicht möglich	71 %
Angebot eingeholt, Reparatur lohnt sich wirtschaftlich nicht gegenüber einem neuen Produkt	0 %
sonstige Gründe	29 %

Reparatur wurde nicht versucht

Die Befragung hat gezeigt, dass in mehr als der Hälfte aller Fälle, in denen keine Reparatur versucht wurde, den Befragten der damit verbundene Aufwand zu hoch war. Am zweithäufigsten wurde angegeben, dass angenommen wurde, eine Reparatur sei kostenintensiver als eine Neuanschaffung (siehe Tabelle 70).

Tabelle 70: Anteil der Gründe, aus denen keine Reparatur versucht wurde

Gründe gegen Reparaturversuch	Anteil
zu aufwendig/keine Zeit	54 %
kein Bedarf mehr/hatte noch Ersatz/wollte was Neues	18 %
Reparatur lohnt sich wirtschaftlich nicht gegenüber einem neuen Produkt	26 %
keine Informationen/Wissen über Anbieter von Reparaturleistungen	1 %
sonstige Gründe	1 %

4.5.3.5 Versuchte Wiederverwendung für sperriger Abfälle

In der Befragung konnte angegeben werden, ob versucht wurde, die sperrigen Abfälle einer Wiederverwendung zuzuführen. Für die Auswertung wurde angenommen, dass nur funktionstüchtige Gegenstände für die Wiederverwendung geeignet sind. Im ländlichen Gebiet wurden zu 79 % der funktionalen sperrigen Abfälle Angaben und im städtischen Gebiet zu 91 % gemacht.

In Tabelle 71 wird der Anteil der Versuche zur Wiederverwendung funktionaler sperriger Abfälle dargestellt. In beiden Gebieten wurden bei der Mehrheit der funktionalen sperrigen Abfälle keine Versuche zur Wiederverwendung unternommen. Im ländlichen Gebiet wurde bei rund 40 % der sperrigen Abfälle versucht, diese weiterzugeben und im städtischen Gebiet nur bei knapp einem Drittel (rund 30 %).

Bei den abgegebenen PPK-Objekten handelte es sich fast ausschließlich um Bücher, bei denen die Befragten stets versucht haben, diese weiterzugeben.

Tabelle 71: Anteil der funktionalen sperrigen Abfälle mit versuchter Wiederverwendung je Gebiet

Nr.	Stoffgruppe	ländliches Gebiet		städtisches Gebiet	
<i>Wurde die Wiederverwendung versucht?</i>		ja	nein	ja	nein
1	Glas	19 %	81 %	46 %	54 %
2	PPK	99 %	1 %	-	-
3	Kunststoffe	30 %	70 %	36 %	64 %
4-1	Fe-Metalle	20 %	80 %	15 %	85 %
4-2	NE-Metalle	20 %	80 %	8 %	92 %
5	Textilien/Teppiche	15 %	85 %	7 %	93 %
6	Holz/Kork	49 %	51 %	32 %	68 %
7-2-3	Polstermöbel	33 %	67 %	29 %	71 %
7-2-4	Sonstige Verbunde	16 %	84 %	33 %	67 %
12	Sonstige Abfälle	0 %	100 %	40 %	60 %
sperrige Abfälle		41 %	59 %	27 %	73 %

„-“ Stoffgruppe wurde während der Befragung nicht abgegeben

Wiederverwendung versucht

In der Befragung wurde untersucht, welche Möglichkeiten zur Wiederverwendung die Befragten versucht haben zu nutzen. Tabelle 72 dokumentiert die Ergebnisse zur versuchten Wiederverwendung nach Art der Wiederwendung sperriger Abfälle. Die Befragten haben in erster Linie versucht, ihre persönlichen Kontakte zu nutzen (69 %). An zweiter Stelle folgen Kleinanzeigen in digitalen Portalen und Printmedien mit 22 %. Die Weitergabe an Second-Hand-Läden wurde von 7 % der Befragten versucht.

Tabelle 72: Anteil nach Art der Wiederverwendung von sperrigen Abfällen

Art der Wiederverwendung	Anteil
Freunde/Nachbarn/Bekannte gefragt	69 %
Kleinanzeigen bei eBay/ Zeitung/ Verschenkemarkt/ Kleiderkreisel geschaltet	22 %
Second-Hand-Laden/ Lebenshilfe angefragt	7 %
sonstiges	2 %

Wiederverwendung nicht versucht

Der überwiegende Teil der funktionalen sperrigen Abfälle wurde von den Befragten mit rund 80 % als nicht wiederverwendbar eingeschätzt (siehe Tabelle 73). 20 % der Befragten haben aus Gründen des hohen Aufwandes keine Wiederverwendung unternommen. Nur in 1 % der Fälle gaben die Befragten an, nicht zu wissen, welche Möglichkeiten es gibt, Dinge einer Wiederverwendung zuzuführen.

Tabelle 73: Anteil der Gründe, aus denen keine Wiederverwendung versucht wurde

Gründe gegen Wiederverwendung	Anteil
zu aufwendig/keine Zeit	20 %
keine Möglichkeit wie eBay/Zeitungsanzeige	< 0,05 %
keine Informationen/Wissen über die Möglichkeiten	1 %
als nicht wiederverwendbar eingeschätzt	79 %
sonstige Gründe	< 0,05 %

4.5.3.6 Vermeidbare sperrige Abfälle

Als nicht vermeidbar werden sperrige Abfälle definiert, die mindestens einem der folgenden Kriterien entsprechen:

- Entsorgungsgrund "veraltet/aus hygienischen Gründen"
- Entsorgungsgrund "ist kaputt"
- Wiederverwendung "Ja" – Da bereits erfolglos versucht wurde, diese sperrigen Abfälle einer Wiederverwendung zuzuführen, werden diese als nicht vermeidbar eingestuft.
- Wiederverwendung "Nein, als nicht wiederverwendbar eingeschätzt"

Im Umkehrschluss werden die verbleibenden sperrigen Abfälle als vermeidbar eingestuft. In Tabelle 74 ist der Anteil der vermeidbaren sperrigen Abfälle je Stoffgruppe und je Gebiet dargestellt.

Basierend auf den Angaben der Befragten sind 8 % der sperrigen Abfälle vermeidbar. Den höchsten Anteil vermeidbarer sperriger Abfälle wurde bei den Teppichen mit 20 % im ländlichen Gebiet und bei Glas mit 25 % im städtischen Gebiet festgestellt.

Tabelle 74: Anteil der vermeidbaren sperrigen Abfälle je Gebiet

Nr.	Stoffgruppe	ländliches Gebiet	städtisches Gebiet
1	Glas	3 %	25 %
2	PPK	0 %	0 %
3	Kunststoffe	2 %	6 %
4	Metalle	2 %	15 %
4-1	Fe-Metalle	2 %	17 %
4-2	NE-Metalle	0 %	1 %
5	Textilien/Teppiche	20 %	4 %
6	Holz/Kork	8 %	10 %
7	Verbunde	7 %	6 %
7-2-1	Holzanteil 25-50 %	-	0 %
7-2-2	Matratzen	0 %	0 %
7-2-3	Polstermöbel	8 %	9 %
7-2-4	Sonstige Verbunde	19 %	4 %
12	Sonstige Abfälle	21 %	0 %
sperrige Abfälle		8 %	8 %

„-“ Stoffgruppe wurde während der Befragung nicht abgegeben

4.6 Elektro- und Elektronikaltgeräte

4.6.1 Aufkommen und Sammlung von Elektro- und Elektronikaltgeräten

Basierend auf den Ergebnissen der Auswertung für EAG in Kapitel 3.3.4 wurde das Aufkommen und die Zusammensetzung von EAG in Sachsen ermittelt.

Die erfasste EAG-Menge über die kommunale Sammlung der örE in 2019 lag bei 23.613 Mg. Hinzu kommen 13.710 Mg, welche durch von Vertreibern (Handel) zurückgenommen und kommunal über die örE entsorgt wurden. Gemäß der in dieser Studie vorgenommenen Schichtung der örE in Sachsen (siehe Kapitel 3.1.3) fielen davon 72 % in ländlichen Gebieten (Schicht 1&2) und 28 % in städtischen Gebieten (Schicht 4) an.

EAG werden in Sachsen in allen Schichten mehrheitlich über die kommunale Sammlung erfasst. Rund 36 % der EAG werden über Vertreiber (Handel) gesammelt. Das einwohnerspezifische EAG-Aufkommen liegt in Sachsen bei 5,8 kg/(E*a) (örE) bzw. 3,4 kg/(E*a) (Vertreiber bzw. Handel). In Schicht 1&2 (ländliches Gebiet) liegt es bei 6,3 kg/(E*a) (örE) bzw. 3,7 kg/(E*a) (Vertreiber bzw. Handel). Schicht 4 (städtisches Gebiet) hat ein Aufkommen von 4,7 kg/(E*a) (örE) bzw. 2,7 kg/(E*a) (Vertreiber bzw. Handel) (siehe Tabelle 75).

Tabelle 75: Aufkommen und Sammelsystem für EAG je Schicht in Sachsen

Schicht	Einwohner ¹⁾	EAG				Sammlung	
		örE		Vertreiber (Handel)		Kommunal ²⁾	Vertreiber (Handel) ³⁾
		[Mg/a]	[kg/(E*a)]	[Mg/a]	[kg/(E*a)]	Anteil	Anteil
Schicht 1&2	2.682.515	17.029	6,3	9.990	3,7	63 %	37 %
Schicht 4	1.390.145	6.584	4,7	3.720	2,7	64 %	36 %
Sachsen	4.072.660	23.613	5,8	13.710	3,4	63 %	37 %

1) Schichtung basierend auf Tabelle 5

2) In den kommunalen Mengen können auch Mengen enthalten sein, die durch Vertreiber (Handel) zurückgenommen wurden und über die örE (kommunal) entsorgt wurden.

3) Differenz zwischen Daten der Stiftung EAR und Destatis-Daten

4.6.2 Zusammensetzung Elektro- und Elektronikaltgeräte

Die Zusammensetzung getrennt erfasster EAG nach SG in Sachsen ist in Abbildung 20 dargestellt. Den höchsten prozentualen Anteil an der Zusammensetzung nach SG hat die SG 5 Kleingeräte mit 35 %, gefolgt von der SG 4 Großgeräte mit 32 %. Photovoltaikmodule und Lampen spielen mit jeweils weniger als 1 % eine untergeordnete Rolle.

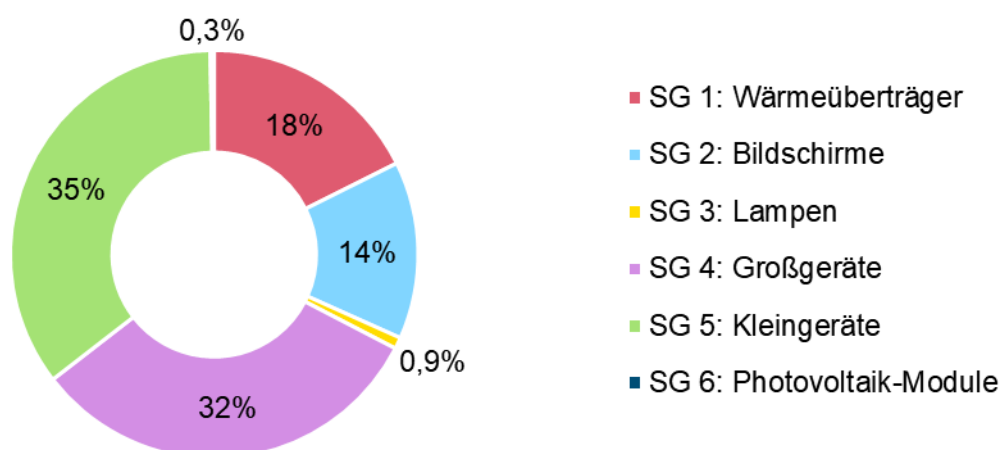


Abbildung 20: Zusammensetzung der EAG nach Sammelgruppen in Sachsen 2019

Bei den weiteren Betrachtungen zum EAG-Aufkommen in Sachsen wurde die Gesamtsumme aus kommunaler Sammlung der örE und durch die von den örE entsorgten EAG aus der Rückgabe von Vertreibern (Handel) gebildet.

In Tabelle 76 wird das Aufkommen und die Zusammensetzung der SG für Sachsen und für die einzelnen Schichten dargestellt.

Tabelle 76: Einwohnerspezifisches Aufkommen der EAG nach Sammelgruppe je Schicht und in Sachsen

Sammelgruppe	Sachsen	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
	[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
SG 1: Wärmeüberträger	1,6	17,6 %	1,7	1,4
SG 2: Bildschirme	1,3	14,1 %	1,4	1,1
SG 3: Lampen	0,1	0,9 %	0,1	0,1
SG 4: Großgeräte	2,9	31,9 %	3,4	2,0
SG 5: Kleingeräte	3,2	35,2 %	3,5	2,8
SG 6: Photovoltaikmodule	< 0,05	0,3 %	< 0,05	< 0,05
7-3 EAG	9,2	100 %	10,1	7,4

In Abbildung 21 ist die Zusammensetzung der EAG beider Schichten nach SG gegenübergestellt. Der Anteil von SG 4 Großgeräten ist in Schicht 4 im städtischen Gebiet 7 % niedriger als in Schicht1&2 im ländlichen Gebiet.

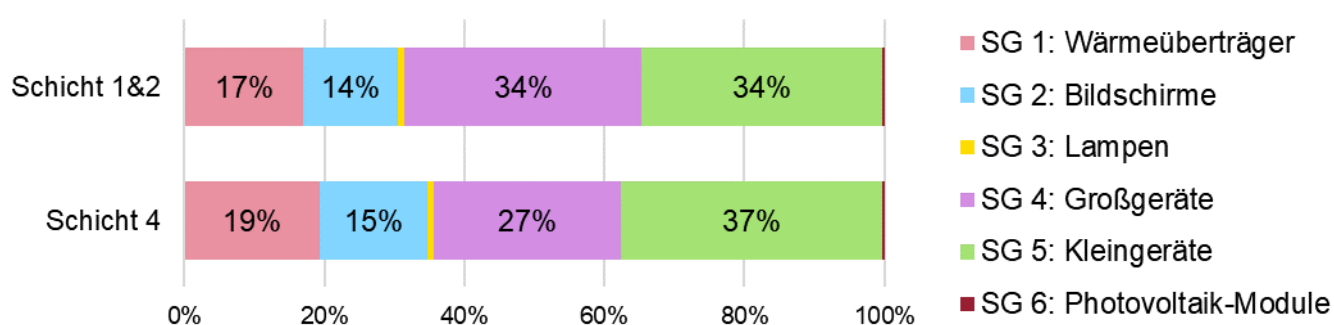


Abbildung 21: Zusammensetzung der EAG nach Sammelgruppen je Schicht in Sachsen 2019

4.6.3 Erfassung Elektro- und Elektronikaltgeräte

Die Erfassung der EAG erfolgte zu 63 % über die kommunale Sammlung und zu 37 % über die Rücknahme durch Vertreiber (Handel).

In Abbildung 22 ist der Anteil der kommunal entsorgten EAG je SG dargestellt. Der höchste Anteil mit 82 % ist in SG 2 Bildschirme festzustellen, der niedrigste mit 9 % in SG 6 Photovoltaikmodule.

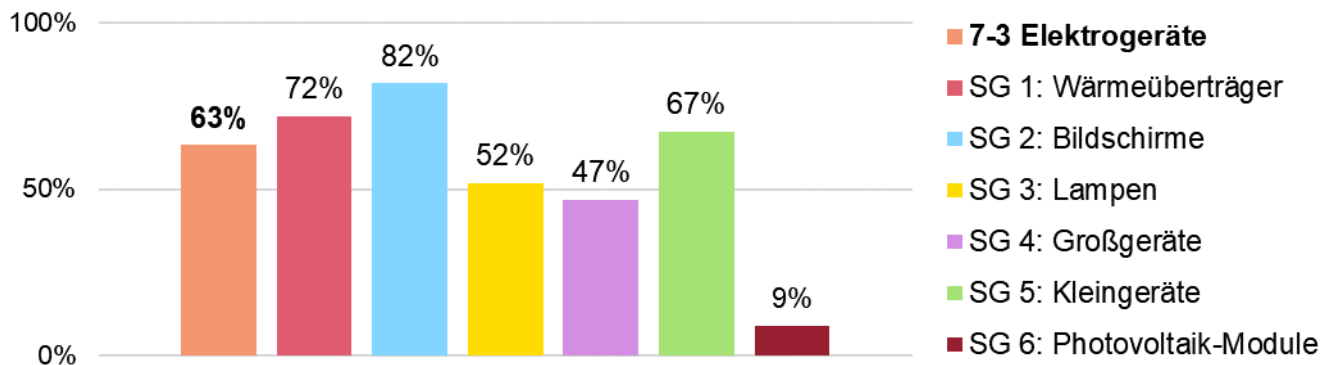


Abbildung 22: Anteil der kommunalen Erfassung am EAG-Aufkommen nach Sammelgruppen in Sachsen 2019

4.6.4 Ergebnisse der Wertstoffhof-Befragung für Elektro- und Elektronikaltgeräte

4.6.4.1 Häufigkeit der Wertstoffhofnutzung für Elektro- und Elektronikaltgeräte

Insgesamt wurden 655 Personen befragt, die EAG zum Wertstoffhof brachten, davon 356 im ländlichen und 299 im städtischen Gebiet.

Tabelle 77 dokumentiert die Ergebnisse zum Anteil nach Anzahl der befragten Personen und ihrer genannten Häufigkeit der Entsorgung von EAG am Wertstoffhof je Gebiet. Im städtischen Gebiet wird der Wertstoffhof häufiger zur Abgabe von EAG genutzt als im ländlichen Gebiet. 46 % der städtischen Befragten gaben an, den Wertstoffhof selten zu nutzen. Im ländlichen Gebiet sind es hingegen 58 %. Der Anteil der Befragten, die öfter als zweimal im Jahr EAG auf dem Wertstoffhof abgeben ist in beiden Gebieten sehr ähnlich und liegt bei rund 20 %.

Tabelle 77: Anteil nach Anzahl der Befragten zur Nennung der Häufigkeit der Entsorgung von EAG am Wertstoffhof je Gebiet

Häufigkeit der Entsorgung von EAG	ländliches Gebiet	städtisches Gebiet
regelmäßig (öfter als zweimal im Jahr)	21 %	18 %
manchmal (1-2 Mal im Jahr)	21 %	36 %
selten (weniger als ein Mal im Jahr)	58 %	46 %
Anzahl der befragten Personen	356	299

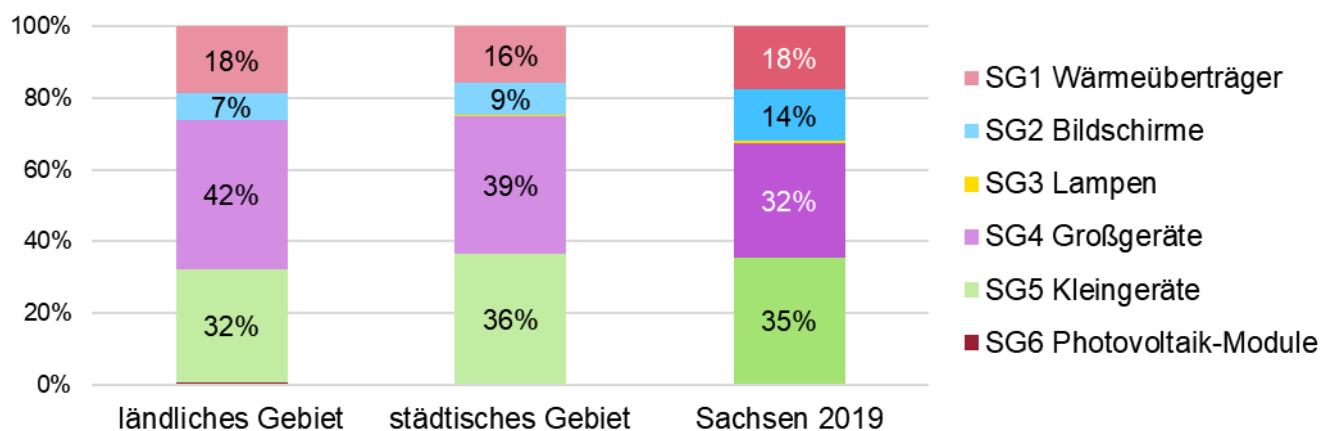
4.6.4.2 Zusammensetzung der abgegebenen Elektro- und Elektronikaltgeräte

Durch die Befragten wurden im ländlichen Gebiet sowohl von der Anzahl als auch von der Masse her ungefähr doppelt so viele EAG abgegeben wie im städtischen Gebiet (siehe Tabelle 78). Die abgegebene Masse lag bei durchschnittlich 33,4 kg pro Person im ländlichen Gebiet und 19,3 kg pro Person im städtischen Gebiet.

Tabelle 78: Masse und Anzahl der abgegebenen EAG nach Sammelgruppen je Gebiet

Sammelgruppe	ländliches Gebiet		städtisches Gebiet	
	Masse [kg]	Anzahl	Masse [kg]	Anzahl
SG 1 Wärmeüberträger	2.190	60	905	25
SG 2 Bildschirme	886	69	524	52
SG 3 Lampen	22	218	5	50
SG 4 Großgeräte	4.939	94	2.228	72
SG 5 Kleingeräte	3.755	1.482	2.086	824
SG 6 Photovoltaikmodule	68	4	17	1
Summe	11.859	1.927	5.765	1.024

Abbildung 23 zeigt die EAG-Zusammensetzung nach SG für die untersuchten Gebiete im Vergleich zur Zusammensetzung von EAG in Sachsen im Jahr 2019. In beiden Gebieten hat die SG 4 Großgeräte den höchsten Masseanteil mit rund 40 %. An zweiter Stelle folgt die SG 5 Kleingeräte mit rund 34 %, welche in beiden Gebieten die höchste Anzahl an EAG hat. Es wurden in beiden Gebieten nur einzelne Photovoltaikmodule abgegeben. Die Zusammensetzung der abgegebenen EAG in den beiden Gebieten ist im Vergleich zu denen in Sachsen 2019 getrennt gesammelten EAG sehr ähnlich. Der größte Unterschied liegt im Anteil der SG 2 Bildschirme. Ihr Anteil an den getrennt erfassten EAG lag in Sachsen bei 14 %. Bei der Wertstoffhof-Befragung waren es 7-9 %.



Daten für Sachsen 2019 aus Tabelle 76

Abbildung 23: Zusammensetzung der EAG nach Sammelgruppen je Gebiet im Vergleich zu Sachsen 2019

4.6.4.3 Entsorgungsgründe für Elektro- und Elektronikaltgeräte

Je abgegebenem Gerät konnten mehrere Entsorgungsgründe angegeben werden. Für die folgende Aufstellung wurde bei Angabe von mehreren Gründen die Masse der EAG je Eintrag durch die Anzahl der angegebenen Gründe geteilt. Anschließend wurde die Summe der Masseanteile je Grund gebildet.

In der Umfrage von Schmiedel et al. (2018) hatten 72-86 % der Befragten ausgesagt, ein EAG nur dann zu entsorgen, wenn es defekt ist. Abbildung 24 verdeutlicht, dass 64 % der EAG im ländlichen und 68 %

der EAG im städtischen Gebiet durch die Befragten als defekt deklariert wurden. Im Gegensatz zur geführten Umfrage von Schmiedel lag in beiden untersuchten Gebieten in Sachsen der Anteil defekter Geräte, welche zur Entsorgung auf den Wertstoffhöfen abgegeben wurden, etwas niedriger.

An zweiter Stelle folgen im ländlichen Gebiet mit 19 % EAG, für die die Befragten keine Verwendung mehr haben. Im städtischen Gebiet ist der zweithäufigste Grund ein EAG zum Wertstoffhof zu bringen, dass dieses technisch veraltet ist.

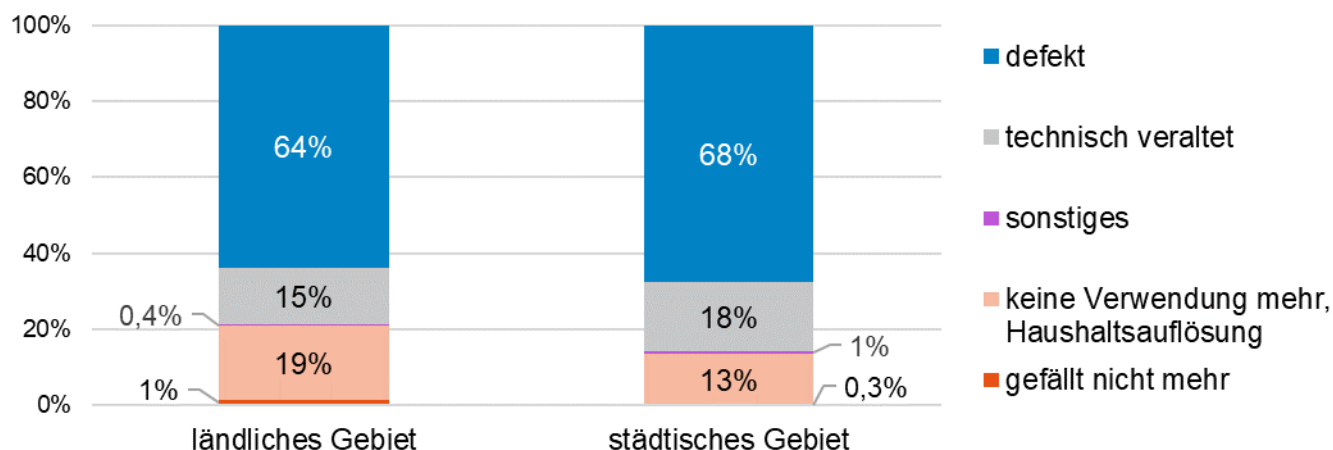


Abbildung 24: Entsorgungsgründe für EAG je Gebiet in [Masse-%]

Defekte EAG

In Tabelle 79 ist der Anteil defekter EAG der Wertstoff-Befragung je Gebiet dokumentiert. Der höchste Anteil defekter Geräte wurde bei der SG 4 Großgeräte mit 74 % im ländlichen Gebiet ermittelt. Die SG 2 Bildschirme hatte mit 47 % im städtischen Gebiet den niedrigsten Anteil. In den SG 1, 5 und 6 ist der Unterschied von defekten Geräten zwischen den beiden untersuchten Gebieten eher gering. Die größte Differenz wurde bei der SG 4 Großgeräte ermittelt. Hier liegt der Anteil von defekten Geräten im ländlichen Gebiet um 12 % höher als im städtischen Gebiet.

Tabelle 79: Anteil und Masse der defekten EAG nach Sammelgruppen in der Wertstoffhof-Befragung je Gebiet

Sammelgruppe	ländliches Gebiet		städtisches Gebiet	
	Anteil	Masse [kg]	Anteil	Masse [kg]
SG 1 Wärmeüberträger	64 %	1.399	60 %	542
SG 2 Bildschirme	47 %	417	55 %	290
SG 3 Lampen	63 %	14	54 %	3
SG 4 Großgeräte	63 %	3.088	74 %	1.657
SG 5 Kleingeräte	68 %	2.555	66 %	1.384
SG 6 Photovoltaikmodule	100 %	68	100 %	17
7-3 EAG	64 %	7.541	68 %	3.892

Entsorgungsgründe von funktionalen EAG

In Abbildung 25 sind die Gründe für die Entsorgung der funktionalen EAG nach den SG und untersuchten Gebieten dargestellt. In beiden untersuchten Gebieten werden funktionale Bildschirme (SG 2) hauptsächlich entsorgt, weil diese veraltet sind.

Im ländlichen Gebiet wurden mehrmals "sonstige Gründe" für die Entsorgung von EAG angegeben. Hierbei handelt es sich um drei Fälle, in denen sperrige Abfälle und EAG durch Unbekannte illegal auf privaten Grundstücken abgeladen wurden. Die Grundstückseigner brachten diese Abfälle zum Wertstoffhof. In zwei Fällen wurden große Mengen an Leuchtstoffröhren gefunden, weshalb „sonstige Gründe“ für 17 % der Lampen angegeben wurden.

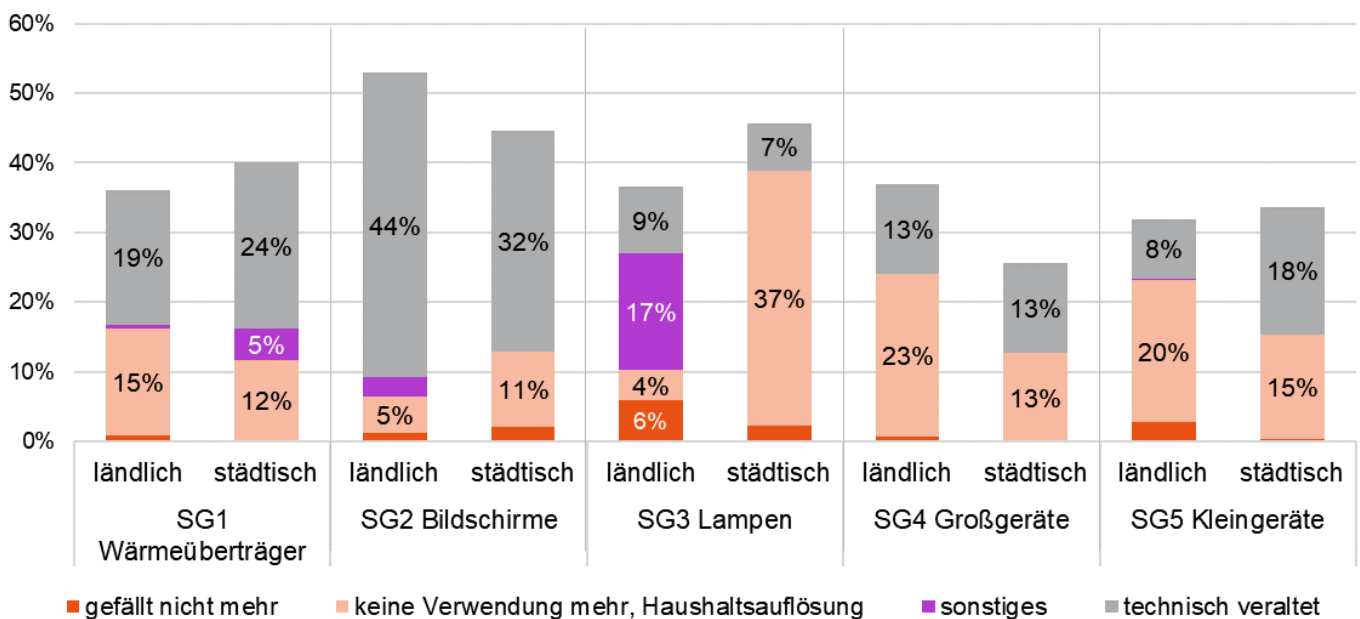


Abbildung 25: Anteil der Entsorgungsgründe von funktionalen EAG nach Sammelgruppen je Gebiet

4.6.4.4 Reparaturversuche für Elektro- und Elektronikaltgeräte

In der Befragung konnte angegeben werden, ob bei defekten Geräten eine Reparatur versucht wurde oder nicht. Von den Personen mit defekten Geräten gaben im städtischen Gebiet 40 % an, dass sie eine Reparatur versucht haben. Im ländlichen Gebiet waren es 51 %. Vor allem eher jüngere oder eher ältere Personen haben hier eine Reparatur versucht.

Im ländlichen Gebiet wurden zu 99 % der defekten Geräte Angaben zu Reparaturversuchen gemacht, im städtischen Gebiet zu 89 %. Für die weitere Betrachtung werden SG 3 Lampen und SG 6 Photovoltaikmodule ausgeklammert. Erstere sind nicht reparierbar und letztere wurden in zu geringer Stückzahl während der Befragung abgegeben.

Im Durchschnitt wurde bei 44 % der Geräte im ländlichen Gebiet eine Reparatur versucht, im städtischen Gebiet bei 26 %. In Tabelle 80 sind die Angaben für die einzelnen Sammelgruppen je Gebiet dargestellt. Im ländlichen Gebiet wurden bei Wärmeüberträgern (SG 1), Bildschirmen (SG 2) und Großgeräten (SG 4) bei etwa der Hälfte der Geräte eine Reparatur versucht. Lediglich bei den Kleingeräten (SG 5) wurde in beiden Gebieten bei weniger als einem Drittel ein Reparaturversuch unternommen.

Tabelle 80: Anteil der defekten Geräte nach Sammelgruppe mit Reparaturversuch je Gebiet

Sammelgruppe	ländliches Gebiet		städtisches Gebiet	
	ja	nein	ja	nein
Wurde eine Reparatur versucht?	ja	nein	ja	nein
SG 1 Wärmeüberträger	47 %	53 %	16 %	84 %
SG 2 Bildschirme	44 %	56 %	6 %	94 %
SG 4 Großgeräte	57 %	43 %	37 %	63 %
SG 5 Kleingeräte	28 %	72 %	22 %	78 %
7-3 EAG	44 %	56 %	26 %	74 %

Reparatur wurde versucht

Die Befragung hat ergeben, dass Reparaturversuche im Wesentlichen aus zwei Gründen scheitern (siehe Tabelle 81). In etwas mehr als der Hälfte der Fälle wurde nach Angaben der Befragten ein Angebot für die Reparatur eingeholt. Die Reparaturkosten wären dabei höher ausgefallen als die Kosten für eine Neuanschaffung, weshalb von der Reparatur abgesehen wurde. Im Rest der Fälle waren keine passenden Ersatzteile mehr erhältlich.

Tabelle 81: Anteil der Gründe, aus denen der Reparaturversuch gescheitert ist

Gründe für das Scheitern des Reparaturversuchs	Anteil
keine Ersatzteile mehr verfügbar/Reparatur nicht möglich	42 %
Angebot eingeholt, Reparatur lohnt sich wirtschaftlich nicht gegenüber einem neuen Produkt	55 %
sonstige Gründe	3 %

Reparatur wurde nicht versucht

Die Befragung hat gezeigt, dass in rund der Hälfte aller Fälle, in denen keine Reparatur versucht wurde, von den Befragten angenommen wurde, dass eine Reparatur teurer ist als eine Neuanschaffung. Ein Angebot wurde dabei nicht eingeholt. Am zweithäufigsten wurde angegeben, dass das defekte EAG zudem veraltet ist und daher durch ein neues Gerät ersetzt werden soll (siehe Tabelle 82).

Tabelle 82: Anteil der Gründe, aus denen keine Reparatur versucht wurde

Gründe gegen Reparaturversuch	Anteil
zu aufwendig/keine Zeit	14 %
kein Bedarf mehr/hatte noch Ersatz/wollte was Neues	8 %
Reparatur lohnt sich wirtschaftlich nicht gegenüber einem neuen Produkt	49 %
keine Informationen/Wissen über Anbieter von Reparaturleistungen	1 %
Gerät technisch veraltet, will neu anschaffen	26 %
sonstige Gründe	1 %

4.6.4.5 Versuchte Wiederverwendung für Elektro- und Elektronikaltgeräte

In der Befragung konnte angegeben werden, ob versucht wurde, das jeweilige EAG einer Wiederverwendung zuzuführen. Für die Auswertung wurde angenommen, dass nur funktionstüchtige EAG für die Wiederverwendung geeignet sind. Im ländlichen Gebiet wurden zu 99 % der funktionalen Geräte Angaben zur Wiederverwendung gemacht, im städtischen Gebiet zu 82 %.

In beiden Gebieten wurden bei der Mehrheit der funktionalen EAG keine Versuche zur Wiederverwendung unternommen (siehe Tabelle 83). Im ländlichen Gebiet wurde bei 32 % der EAG versucht, diese weiterzugeben und im städtischen Gebiet bei 18 %.

Tabelle 83: Anteil der funktionalen EAG nach Sammelgruppen mit versuchter Wiederverwendung je Gebiet

Sammelgruppe	ländliches Gebiet		städtisches Gebiet	
Wurde die Wiederverwendung versucht?	ja	nein	ja	nein
SG 1 Wärmeüberträger	25 %	75 %	12 %	88 %
SG 2 Bildschirme	18 %	82 %	37 %	63 %
SG 3 Lampen	20 %	80 %	0 %	100 %
SG 4 Großgeräte	38 %	62 %	19 %	81 %
SG 5 Kleingeräte	33 %	67 %	11 %	89 %
7-3 EAG	32 %	68 %	18 %	82 %

Wiederverwendung versucht

In der Befragung wurde untersucht, welche Möglichkeiten zur Wiederverwendung die Befragten versucht haben zu nutzen. In der Tabelle 84 sind die zusammengefassten Ergebnisse dokumentiert. Die Befragten haben in erster Linie versucht, ihre persönlichen Kontakte zu nutzen. An zweiter Stelle folgen Kleinanzeigen in digitalen Portalen und Printmedien. Die Weitergabe an Second-Hand-Läden wurde von den Befragten nicht genutzt.

Tabelle 84: Anteil nach Art der Wiederverwendung von EAG

Art der Wiederverwendung	Anteil
Freunde/Nachbarn/Bekannte gefragt	54 %
Kleinanzeigen bei eBay/Zeitung/Verschenkemarkt/Kleiderkreisel geschaltet	44 %
Second-Hand-Laden/Lebenshilfe angefragt	0 %
sonstiges	2 %

Wiederverwendung nicht versucht

Tabelle 85 zeigt das Ergebnis, welche Gründe die Befragten nannten, aus welchen Gründen keine Wiederverwendung versucht wurde. Der überwiegende Teil der funktionalen EAG wurde von den Befragten als nicht wiederverwendbar eingeschätzt. In 14 % wurde keine Wiederverwendung unternommen, da dies als zu aufwendig und zeitintensiv erachtet wurde. In 4 % der Fälle gaben die Befragten an, nicht zu wissen, welche Möglichkeiten es gibt, ihr EAG einer Wiederverwendung zuzuführen.

Tabelle 85: Anteil der Gründe, aus denen keine Wiederverwendung versucht wurde

Gründe gegen Wiederverwendung	Anteil
zu aufwendig/keine Zeit	14 %
keine Möglichkeit wie eBay/Zeitungsanzeige	1 %
keine Informationen/Wissen über die Möglichkeiten	4 %
als nicht wiederverwendbar eingeschätzt	81 %
sonstige Gründe	3 %

4.6.4.6 Vermeidbare Elektro- und Elektronikaltgeräte

Als potenziell vermeidbar werden EAG definiert, die weder veraltet noch defekt sind. In Tabelle 86 ist der Anteil der vermeidbaren EAG je SG dargestellt. Für die weitere Betrachtung werden die SG 3 Lampen und die SG 6 Photovoltaikmodule ausgeklammert. Letztere wurden in zu geringer Stückzahl während der Befragung abgegeben, um eine aussagekräftige Bewertung vornehmen zu können. Bei funktionsfähigen Lampen der SG 3 handelt es sich fast ausschließlich um Leuchtstoffröhren. Da diese nach einigen Nutzungsjahren eine geringere Lichtausbeute aufweisen, ist eine Vermeidung durch eine Wiederverwendung nicht anzunehmen.

Basierend auf den Angaben der Befragten sind 16-17 % der EAG vermeidbar. Den höchsten Anteil vermeidbarer EAG wurde in der SG 4 Großgeräte mit 24 % ermittelt. Den zweitniedrigsten Anteil vermeidbarer EAG hat in beiden Gebieten die SG 2 Bildschirme mit 9 % bzw. 13 %.

Tabelle 86: Anteil der vermeidbaren EAG nach Sammelgruppe je Gebiet

Sammelgruppe	ländliches Gebiet	städtisches Gebiet
SG 1 Wärmeüberträger	17 %	16 %
SG 2 Bildschirme	9 %	13 %
SG 4 Großgeräte	24 %	13 %
SG 5 Kleingeräte	23 %	15 %
7-3 EAG	21 %	14 %

4.7 Weitere Wertstoffe

4.7.1 Aufkommen und Zusammensetzung von weiteren Wertstoffen

Laut Siedlungsabfallbilanz des Freistaats Sachsen 2019 lag das Aufkommen der nachfolgend betrachteten weiteren Wertstoffe bei 553.370 Mg bzw. 136 kg/(E*a). Davon stammen 68 % aus Schicht 1&2 (ländliche Gebiete) und 32 % aus Schicht 4 (städtische Gebiete).

Zusammensetzung der weiteren Wertstoffe

Abbildung 26 stellt die Zusammensetzung der weiteren Wertstoffe dar. Den größten Anteil bildet die Wertstofffraktion PPK mit 51 %. Glas und Metalle liegen bei 19 %. Kunststoffe und Reifen machen weniger als 0,5 % bei der Zusammensetzung der weiteren Wertstoffe aus.

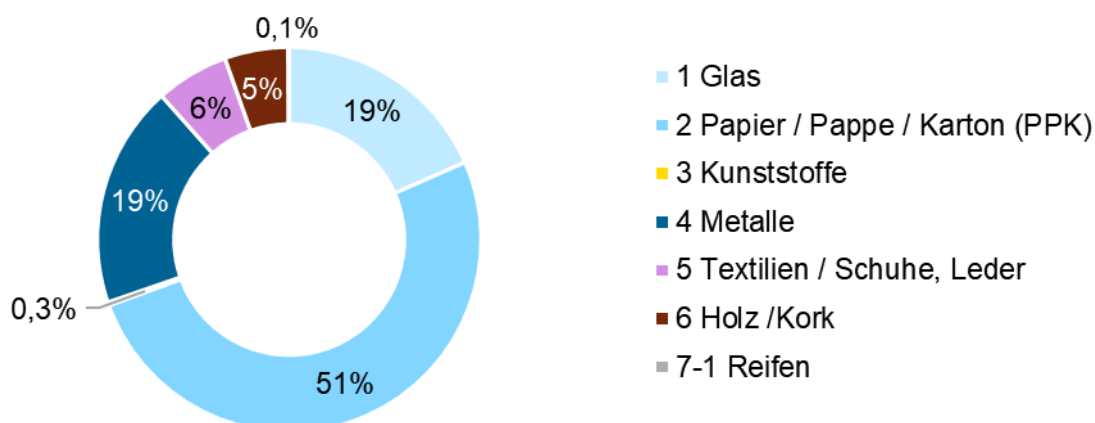


Abbildung 26: Zusammensetzung der weiteren Wertstoffe in Sachsen 2019

In Tabelle 87 werden das einwohnerspezifische Aufkommen und die Zusammensetzung der Stoffgruppen der weiteren Wertstoffe für Sachsen und für die einzelnen Schichten dargestellt.

Tabelle 87: Einwohnerspezifische Zusammensetzung der weiteren Wertstoffe je Schicht und in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen [kg/(E*a)]	Sachsen Anteil	Schicht 1&2 [kg/(E*a)]	Schicht 4 [kg/(E*a)]
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
Weitere Wertstoffe		135,9	100 %	141,3	125,5
1	Glas	25,0	18 %	26,6	22,0
2	PPK	69,3	51 %	72,8	62,6
3	Kunststoffe	0,4	0 %	0,3	0,4
4	Metalle	25,4	19 %	28,4	19,6
5	Textilien/Schuhe, Leder	8,4	6 %	9,2	6,7
6	Holz/Kork	7,3	5 %	3,8	14,0
7-1	Reifen	0,1	0 %	0,1	< 0,05

4.7.2 Art der Erfassung von weiteren Wertstoffen

Weitere Wertstoffe werden über die kommunale Sammlung mit 62 % erfasst. Gewerbliche Sammlung machen einen Anteil von 36 % aus. Gemeinnützige Sammlungen haben bei der getrennten Erfassung der weiteren Wertstoffe einen Anteil von 2 %. Hier spielen vor allem Textilien eine wesentliche Rolle (siehe Tabelle 88).

Tabelle 88: Anteil der Erfassungswege der weiteren Wertstoffe

Nr.	Stoffgruppe	kommunal	gewerblich	gemeinnützig
Weitere Wertstoffe		62 %	36 %	2 %
1	Glas	99 %	1 %	0 %
2	PPK	71 %	28 %	0 %
3	Kunststoffe	89 %	11 %	0 %
4	Metalle	8 %	92 %	0 %
5	Textilien/Schuhe, Leder	6 %	63 %	31 %
6	Holz/Kork	92 %	8 %	0 %
7-1	Reifen	100 %	0 %	0 %

4.7.3 Wertstoffgehalt weiterer Wertstoffe

Weitere Wertstoffe enthalten rund 11 % Störstoffe und nicht recyclingfähige Bestandteile. Die höchsten Verlustraten wurden für getrennt gesammeltes Holz mit 85 % und Kunststoffe mit 48 % ermittelt (siehe Tabelle 89).

Tabelle 89: Wertstoffgehalt weiterer Wertstoffe in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Mittlere Verlustrate ²⁾	Störstoffe	Wertstoffe
		[kg/(E*a)]	[%]	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]
Weitere Wertstoffe		135,9	11	15,2	120,6
1	Glas	25,0	8	2,0	23,0
2	PPK	69,3	6	4,2	65,1
3	Kunststoffe	0,4	48	0,2	0,2
4	Metalle	25,4	7	1,8	23,6
5	Textilien/Schuhe, Leder	8,4	11	0,9	7,4
6	Holz/Kork	7,3	85	6,2	1,1
7-1	Reifen ¹⁾	0,1	0	0	0,1

1) Annahme: Reifen werden ohne Störstoffe gesammelt

2) mittlere Verlustrate: Störstoffanteil in der Sammlung bzw. nicht recycelbare Anteile

4.8 Gemischt gewerbliche Siedlungsabfälle

4.8.1 Aufkommen von gemischt gewerblichen Siedlungsabfällen

Gemischt gewerbliche Siedlungsabfälle, welche in Vorbehandlungsanlagen behandelt werden, werden in der Abfallstatistik unter der achtstelligen Abfallschlüsselnummer 20 03 01 02 („hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, getrennt vom Hausmüll angeliefert oder eingesammelt“) erfasst.

Der Abfallstatistik für den Freistaat Sachsen (StLA 2021) lassen sich für die behandelten Mengen dieser Abfallart die in Tabelle 90 dargestellten Daten entnehmen.

Tabelle 90: Behandelte Mengen an hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen in Sachsen 2018 und 2019

Art der Anlage	Anlagen insgesamt		entsorgte Abfallmenge insgesamt		davon aus Sachsen		davon aus anderen Bundesländern	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
	[Anzahl]		[Mg]		[Mg]		[Mg]	
mechanisch (-biologische) Abfallbehandlungsanlagen	4	3	30.240	9.394	-	9.394	-	-
sonstige Behandlungsanlagen	-	1	-	.	-	.	-	-
Sortieranlagen	13	13	39.827	42.667	-	-	-	-
Summe	17	17	70.067	57.599	57.593	-	12.475	-

Quelle: StLA (2021b)

Die aller vier Jahre erhobene Statistik zur Abfallerzeugung weist für Sachsen im Jahr 2018 die in Tabelle 91 dargestellten Mengen an hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen (Abfallschlüsselnummer 20 03 01 02) aus.

Tabelle 91: Erzeugte Mengen an hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen in Sachsen 2018

Wirtschafts- zweig (WZ)	Befragte Betriebe ¹⁾	Anteil der Stichprobe an Gesamt- heit der Betriebe des WZ	Beschäftigte Personen in den befragten Betrieben ¹⁾	Anteil der Stichprobe an Gesamtheit der Beschäftigten des WZ	Abfallerzeugung	
					Menge	Menge je tätige Person
	[Anzahl]	[%]	[Anzahl]	[%]	[Mg]	[kg/(E*a)]
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (A) 01 bis 03	45	1,5	3.303	16,7	623	0,189
Produzierendes Gewerbe (B bis F) 05 bis 43	625	5,1	149.822	44,3	31.276	0,209
Dienstleistungen (G bis S) 45 bis 99	88	0,1	114.471	11,0	12.468	0,109

1) Mehrfachzählungen möglich

Quelle: StLA (2021a)

Die in Tabelle 91 dargestellten statistischen Daten der erzeugten Menge an hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen umfassen eine befragte Stichprobe und müssen für Sachsen als Gesamtmenge hochgerechnet werden. Dazu lässt sich die erzeugte Abfallmenge der Stichprobe mit Hilfe des „Anteils der Stichprobe an Gesamtheit der Beschäftigten des Wirtschaftszweiges (WZ)“ auf 100 % der Beschäftigten hochrechnen. Diese Hochrechnung auf die Gesamtmenge stellt allerdings lediglich eine Schätzung dar, da die Abfallmengen je Betrieb Schwankungen unterliegen. Auf Basis dieser Berechnung ergeben sich die in Tabelle 92 dargestellte hochgerechnete Gesamtmenge an hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen in Sachsen.

Tabelle 92: Hochgerechnete Gesamtmenge hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle in Sachsen 2018

Wirtschaftszweig	Anteil der Stichprobe an Gesamtheit der Betriebe des WZ	erzeugte Abfallmenge der befragten Stichprobe	Hochrechnung ¹
	[Anzahl]	[Mg]	[Mg]
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei (A) 01 bis 03	16,7	623	3.736
Produzierendes Gewerbe (B bis F) 05 bis 43	44,3	31.276	70.551
Dienstleistungen (G bis S) 45 bis 99	11,0	12.468	113.750
Sachsen			188.038

1) Hochrechnung für 2018 auf Basis der Statistiken des StLA

Zur Plausibilisierung lässt sich die Gesamtmenge an hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen, welches sich 2018 bundesweit auf ca. 3,692 Mio. Mg belief (UBA 2021), anhand des Anteils des Freistaates Sachsen am Bruttoinlandsprodukt Deutschlands vergleichen. Das Bruttoinlandsprodukt Deutschlands betrug im Jahr 2018 insgesamt 3.386.000 Mio. Euro. Das des Freistaates Sachsen betrug 126.364 Mio. Euro, was 3,7 % entspricht. Bezieht man den Anteil des Freistaates Sachsen am Bruttoinlandsprodukt auf die Gesamtmenge an hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen in Deutschland, ergibt sich eine rechnerische Menge von 137.784 Mg. Auch dieser Wert ist lediglich eine Schätzung, macht aber deutlich, dass die Größenordnung der in Tabelle 92 dargestellten Hochrechnung richtig ist und eher eine Überschätzung als eine Unterschätzung darstellt. Zur Abbildung der Unsicherheit der Schätzung wird für die Potenzialabschätzungen deswegen von einer Menge von 188.000 Mg und einer Schwankungsbreite von +10 % und -20 % (150.000-207.000 Mg) ausgegangen.

Von der im Jahr 2018 angefallenen hausmüllähnlichen Gewerbeabfallmenge von 188.000 Mg wurden ca. 58.000 Mg (siehe Tabelle 90) in Sachsen behandelt. Die aus Sachsen im Jahr 2018 in andere Bundesländer bzw. ins Ausland exportierte Menge beläuft sich demzufolge auf 92.000 bis 149.000 Mg. Für das Jahr 2019 liegt aufgrund des vierjährigen Erhebungsturnus der Statistik keine Aufkommenserhebung vor. Auch für die in Sachsen behandelten Mengen konnte das StLA aufgrund der Geheimhaltungsvorschriften für das Jahr 2019 keine entsprechenden Daten bereitstellen.

4.8.2 Zusammensetzung von gemischt gewerblichen Siedlungsabfall

In Abbildung 27 wird die Zusammensetzung des gemischt gewerblichen Siedlungsabfalls in Sachsen 2019 dargestellt. Gemischt gewerblicher Siedlungsabfall besteht zu 81 % aus trockenen Wertstoffen. Organische Abfälle und Problem- und Schadstoffe spielen kaum eine Rolle. Die zweitgrößte Gruppe stellen die Reststoffe mit 17 % dar.

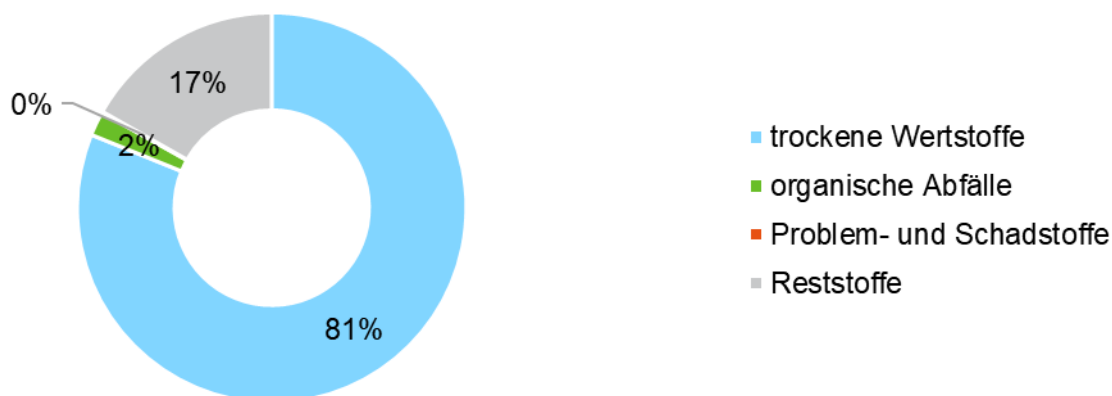


Abbildung 27: Zusammensetzung des gemischt gewerblichen Siedlungsabfalls in Sachsen 2019

In Tabelle 93 werden das Aufkommen und die Zusammensetzung der Stoffgruppen des gemischt gewerblichen Siedlungsabfalls in Sachsen dargestellt.

Tabelle 93: Zusammensetzung des gemischt gewerblichen Siedlungsabfalls in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Aufkommen	
		[Mg/a]	[Anteil]
1	Glas	12.408	7 %
2	PPK	19.176	10 %
3	Kunststoffe	42.300	23 %
4	Metalle	10.904	6 %
4-1	Fe-Metalle	7.896	4 %
4-2	NE-Metalle	3.008	2 %
5	Textilien/Schuhe, Leder	12.408	7 %
6	Holz/Kork	47.376	25 %
7	Verbunde	7.896	4 %
7-2	Sonstige Verbundmaterialien	7.896	4 %
7-3	EAG	0	0 %
8	Hygieneprodukte	3.008	2 %
9	Inertmaterial	7.520	4 %
10	Organische Abfälle	3.760	2 %
11	Problem-/Schadstoffe	188	< 0,05 %
12	Sonstige Abfälle	21.056	11 %
Sachsen		188.000	100 %

4.8.3 Wertstoffgehalt von gemischt gewerblichen Siedlungsabfall

Gemischt gewerblicher Siedlungsabfall enthält 81 % trockene Wertstoffe. Abbildung 28 und Tabelle 94 stellt die Zusammensetzung trockener Wertstoffe des gemischt gewerblichen Siedlungsabfalls dar. Der Anteil an Kunststoffen und Holz macht fast 60 % der trockenen Wertstoffe aus.

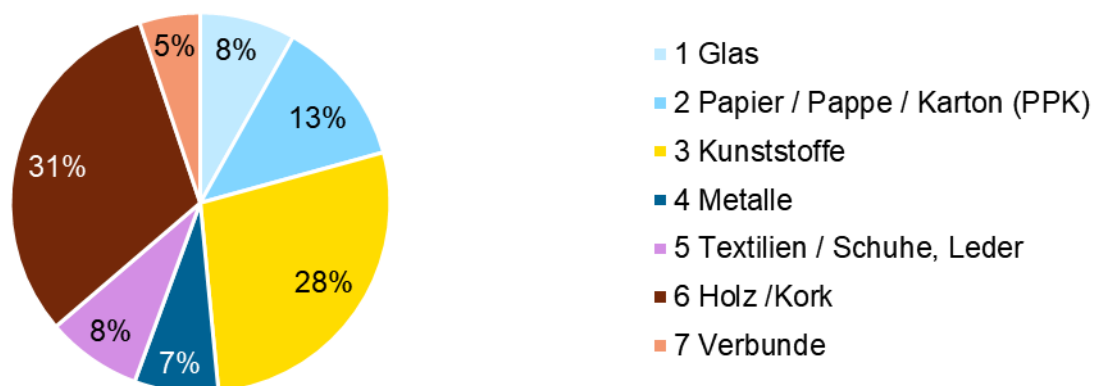


Abbildung 28: Zusammensetzung der trockenen Wertstoffe des gemischt gewerblichen Siedlungsabfalls in Sachsen 2019

Tabelle 94: Zusammensetzung der trockenen Wertstoffe des gemischt gewerblichen Siedlungsabfalls in Sachsen

Nr.	Stoffgruppe	Aufkommen	
		[Mg/a]	Anteil
trockene Wertstoffe		152.468	100 %
1	Glas	12.408	8 %
2	PPK	19.176	13 %
3	Kunststoffe	42.300	28 %
4	Metalle	10.904	7 %
5	Textilien/Schuhe, Leder	12.408	8 %
6	Holz/Kork	47.376	31 %
7	Verbunde	7.896	5 %

5 Potenzialermittlung

Basierend auf den in Kapitel 3.4 durchgeführten Potenzialbetrachtungen für die einzelnen Wertstoffarten werden nachfolgend die Potenziale für Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling und sonstige Verwertung von Wertstoffen im derzeitigen Aufkommen in den einzelnen Abfallströmen ermittelt.

5.1 Restabfall

Für den Restabfall wird zunächst als theoretisches Potenzial das derzeitige einwohnerspezifische Aufkommen der im Restabfall enthalten und damit zu betrachteten Wertstofffraktionen je Schicht ermittelt. Anschließend folgt die Berechnung des abschöpfbaren Potenzials, welches die Differenz zwischen dem derzeitigen Aufkommen und einem realistisch erreichbaren niedrigen Gehalt darstellt. Abschließend wird das erschließbare Potenzial ermittelt, welche das Verwertungspotenzial des abschöpfbaren Potenzials darstellt.

5.1.1 Theoretisches Potenzial im Restabfall

Das theoretische Potenzial entspricht dem aktuellen einwohnerspezifischen Aufkommen an Wertstoffen im Restabfall in Sachsen. Die Werte stammen aus der Hochrechnung für Sachsen (siehe Kapitel 4.1).

Tabelle 95: Theoretisches Potenzial im Restabfall in Sachsen je Schicht in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
1	Glas	3,8	5,7	7,5
2	PPK	2,3	4,9	9,6
3	Kunststoffe	6,0	7,7	10,7
4	Fe-Metalle	1,2	2,6	2,1
4	NE-Metalle	0,5	1,1	0,9
5	Textilien	4,4	7,2	5,4
6	Holz/Kork	0,7	1,6	1,4
7-1	Verbundverpackungen	0,4	1,2	1,1
7-3	EAG	0,8	1,6	1,0
10	Organik	51,4	30,4	46,5
11-1	Batterien	< 0,05	< 0,05	0,1
Summe		71,6	64,0	86,4

5.1.2 Abschöpfbares Potenzial im Restabfall

Eine vollständige Entfernung der Wertstoffgruppen aus dem Restabfall ist unrealistisch. Das theoretische Potenzial kann daher in der Praxis nicht erreicht werden.

Das abschöpfbare Potenzial stellt die Differenz zwischen dem aktuellen Gehalt und dem niedrigsten, realistisch erreichbaren Gehalt an Wertstoffen im Restabfall dar.

Um den niedrigsten, realistisch erreichbaren Gehalt der Stoffgruppen im Restabfall zu ermitteln, wurde eine Auswertung der INTECUS-Datenbank zu deutschlandweiten Sortieranaysen für den Zeitraum 2010 bis 2021 vorgenommen. Um statistische Ausreißer auszuschließen, wurde das 10%-Perzentil verwendet und nicht der niedrigste Wert in der Datenbank. Je Schicht wurde jeweils der einwohnerspezifische Gehalt einer Stoffgruppe bestimmt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 96 zusammengefasst.

Tabelle 96: Niedrigster Gehalt der Stoffgruppen im Restabfall je Schicht in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
1	Glas	2,47	3,07	4,95
2	PPK	1,90	2,56	6,18
3	Kunststoffe	3,92	3,89	7,78
4	Fe-Metalle	0,74	1,02	1,30
4	NE-Metalle	0,34	0,67	0,75
5	Textilien	2,18	2,56	3,32
6	Holz/Kork	0,46	0,61	0,81
7-1	Verbundverpackungen	0,41	0,50	0,91
7-3	EAG	0,32	0,45	0,61
10	Organik	21,72	9,55	30,61
11-1	Batterien	0	0	0
Summe		34,46	24,86	57,21

Die Auswertung der Datenbank hat gezeigt, dass Batterien und Akkumulatoren im Restabfall vollständig vermieden werden können.

In Tabelle 97 und Tabelle 98 ist das abschöpfbare Potenzial im Restabfall für ländliche Gebiete in Sachsen dargestellt.

Tabelle 97: Abschöpfbares Potenzial von Restabfall in Schicht 1 in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	niedrigster Wert	theoretisches Potenzial	abschöpfbares Potenzial	Anteil je Gruppe
1	Glas	2,5	3,8	1,4	35 %
2	PPK	1,9	2,3	0,4	17 %
3	Kunststoffe	3,9	6,0	2,1	34 %
4	Fe-Metalle	0,7	1,2	0,5	39 %
4	NE-Metalle	0,3	0,5	0,2	35 %
5	Textilen	2,2	4,4	2,2	50 %
6	Holz	0,5	0,7	0,3	37 %
7-1	Verbundverpackungen	0,4	0,4	0	5 %
7-3	EAG	0,3	0,8	0,5	61 %
10	Organik	21,7	51,4	29,7	58 %
11-1	Batterien	0	< 0,05	0	100 %
Summe		34,5	71,6	37,1	52 %

Tabelle 98: Abschöpfbares Potenzial im Restabfall in Schicht 2 in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	niedrigster Wert	theoretisches Potenzial	abschöpfbares Potenzial	Anteil je Gruppe
1	Glas	3,1	5,7	2,6	46 %
2	PPK	2,6	4,9	2,3	47 %
3	Kunststoffe	3,9	7,7	3,8	49 %
4	Fe-Metalle	1,0	2,6	1,5	60 %
4	NE-Metalle	0,7	1,1	0,5	41 %
5	Textilen	2,6	7,2	4,6	64 %
6	Holz	0,6	1,6	1,0	62 %
7-1	Verbundverpackungen	0,5	1,2	0,7	59 %
7-3	EAG	0,4	1,6	1,2	73 %
10	Organik	9,5	30,4	20,8	69 %
11-1	Batterien	0	< 0,05	0	100 %
Summe		24,9	64,0	39,1	61 %

Das abschöpfbare Potenzial für ländliche Gebiete liegt bei 37-39 kg/(E*a). Demnach kann das aktuelle Aufkommen an Wertstoffen im Restabfall um mehr als die Hälfte reduziert werden.

In Tabelle 99 ist das abschöpfbare Potenzial für städtische Gebiete (Schicht 4) in Sachsen dargestellt.

Tabelle 99: Abschöpfbares Potenzial im Restabfall in Schicht 4 in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	niedrigster Wert	theoretisches Potenzial	abschöpfbares Potenzial	Anteil je Gruppe
1	Glas	5,0	7,5	2,5	34 %
2	PPK	6,2	9,6	3,5	36 %
3	Kunststoffe	7,8	10,7	2,9	27 %
4	Fe-Metalle	1,3	2,1	0,8	39 %
4	NE-Metalle	0,8	0,9	0,1	14 %
5	Textilen	3,3	5,4	2,1	38 %
6	Holz	0,8	1,4	0,6	42 %
7-1	Verbundverpackungen	0,9	1,1	0,2	18 %
7-3	EAG	0,6	1,0	0,4	42 %
10	Organik	30,6	46,5	15,9	34 %
11-1	Batterien	0	0,1	0,1	100 %
Summe		57,2	86,4	29,2	34 %

Das abschöpfbare Potenzial für Schicht 4 liegt bei 29,2 kg/(E*a). Dies entspricht 34 % des aktuellen Aufkommens an Wertstoffen im Restabfall.

In Tabelle 100 ist das abschöpfbare Potenzial des Restabfalls in Sachsen dargestellt.

Tabelle 100: Abschöpfbares Potenzial im Restabfall je Schicht und in Sachsen in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4	Sachsen
Gewichtung nach Einwohnerzahl		40 %	26 %	34 %	100 %
1	Glas	1,4	2,6	2,5	2,1
2	PPK	0,4	2,3	3,5	1,9
3	Kunststoffe	2,1	3,8	2,9	2,8
4	Fe-Metalle	0,5	1,5	0,8	0,9
4	NE-Metalle	0,2	0,5	0,1	0,2
5	Textilen	2,2	4,6	2,1	2,8
6	Holz	0,3	1,0	0,6	0,6
7-1	Verbundverpackungen	0	0,7	0,2	0,3
7-3	EAG	0,5	1,2	0,4	0,6
10	Organik	29,7	20,8	15,9	22,7
11-1	Batterien	0	0	0,1	0,1
Summe		37,1	39,1	29,2	34,9

Das Gesamtpotenzial an abschöpfbaren Wertstoffen aus dem Restabfall für Sachsen ist in Abbildung 29 dargestellt. Es liegt geschätzt bei 34,9 kg/(E*a). Dies entspricht 29 % des Restabfallaufkommens in 2019. Davon entfallen rund zwei Drittel auf die Organik und ein Drittel auf die trockenen Wertstoffe.

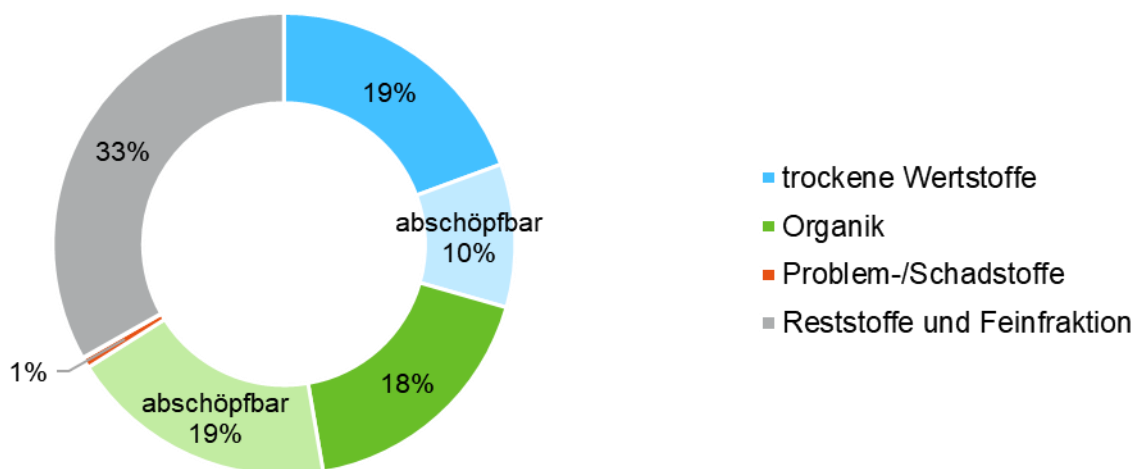


Abbildung 29: Abschöpfbares Potenzial im Restabfall in Sachsen 2019

5.1.3 Erschließbares Potenzial im Restabfall

Das erschließbare Potenzial resultiert aus der Kombination von Kreislaufpotenzial und abschöpfbaren Potenzial. Für jede Stoffgruppe wird das erschließbare Potenzial für Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling und sonstiger Verwertung ermittelt.

Mit Hilfe des abschöpfbaren Potenzials lässt sich das erschließbare Potenzial der einzelnen Stoffgruppen für Sachsen berechnen:

$$\text{erschließbares Potenzial} \left[\frac{\text{kg}}{\text{E} * \text{a}} \right] = \text{Kreislaufpotenzial} [\%] * \text{abschöpfbares Potenzial} \left[\frac{\text{kg}}{\text{E} * \text{a}} \right]$$

5.1.3.1 Berechnung des Kreislaufpotenzial der Stoffgruppen im Restabfall

Um das Kreislaufpotenzial der Stoffgruppen Glas, PPK, Kunststoffe, Metalle und organische Abfälle zu bestimmen, müssen die Werte der Potenzialbetrachtung (siehe Kapitel 3.4) mit der Zusammensetzung der Untergruppen je Schicht (siehe Kapitel 4.1.2) multipliziert werden.

Stoffgruppe Glas im Restabfall

Die Zusammensetzung der Stoffgruppe wurde anhand der einwohnerspezifischen Werte für Glas im Restabfall (siehe Tabelle 35) berechnet.

Tabelle 101: Zusammensetzung der Stoffgruppe Glas im Restabfall je Schicht

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
1-1	Glasverpackungen/Behälterglas	82 %	70 %	86 %
1-2	Glas-Nichtverpackungen	18 %	30 %	14 %
1	Glas	100 %	100 %	100 %

Die Zusammensetzung der Stoffgruppe Glas je Schicht (Tabelle 101) wird mit den Ergebnissen der Potenzialbetrachtung für Glas (Tabelle 12) multipliziert. Daraus ergibt sich das Kreislaufpotenzial von Glas in den verschiedenen Schichten, welches in Tabelle 102 dargestellt ist.

Tabelle 102: Kreislaufpotenzial von Glas im Restabfall je Schicht

Schicht	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Schicht 1	1 %	0 %	83 %	3 %	13 %
Schicht 2	1 %	0 %	75 %	3 %	21 %
Schicht 4	1 %	0 %	86 %	3 %	10 %

PPK im Restabfall

Die Zusammensetzung der Stoffgruppe PPK wurde anhand der einwohnerspezifischen Werte für PPK im Restabfall (siehe Tabelle 36) berechnet.

Tabelle 103: Zusammensetzung der Stoffgruppe PPK im Restabfall je Schicht

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
2-1	PPK-Verpackungen	50 %	44 %	41 %
2-2	Druckerzeugnisse	27 %	39 %	36 %
2-3	Sonstige PPK	22 %	16 %	23 %
2	PPK	100 %	100 %	100 %

Die Zusammensetzung der Stoffgruppe je Schicht (Tabelle 103) wird mit den Ergebnissen der Potenzialbetrachtung für PPK (Tabelle 14) multipliziert. Daraus ergibt sich das Kreislaufpotenzial von PPK in den verschiedenen Schichten, welches in Tabelle 104 dargestellt ist.

Tabelle 104: Kreislaufpotenzial von PPK im Restabfall je Schicht

Schicht	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Schicht 1	7 %	0 %	59 %	34 %	0 %
Schicht 2	9 %	0 %	61 %	29 %	0 %
Schicht 4	8 %	0 %	56 %	35 %	0 %

Kunststoffe im Restabfall

Die Zusammensetzung der Stoffgruppe Kunststoffe wurde anhand der einwohnerspezifischen Werte für Kunststoffe im Restabfall in Tabelle 37 berechnet.

Tabelle 105: Zusammensetzung der Stoffgruppe Kunststoffe im Restabfall je Schicht

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
3-1	Kunststoffverpackungen	73 %	55 %	56 %
3-2	Sonstige Kunststoffe	27 %	45 %	44 %
3	Kunststoffe	100 %	100 %	100 %

Die Zusammensetzung der Stoffgruppe je Schicht (Tabelle 105) wird mit den Ergebnissen der Potenzialbetrachtung für Kunststoffe (Tabelle 18) multipliziert. Daraus ergibt sich das Kreislaufpotenzial von Kunststoff in den verschiedenen Schichten, welches in Tabelle 106 dargestellt ist.

Tabelle 106: Kreislaufpotenzial von Kunststoffen im Restabfall je Schicht

Schicht	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Schicht 1	5 %	14 %	40 %	41 %	0 %
Schicht 2	4 %	11 %	36 %	49 %	0 %
Schicht 4	4 %	11 %	36 %	49 %	0 %

Fe-Metalle im Restabfall

Die Zusammensetzung der Stoffgruppe Fe-Metalle wurde anhand der einwohnerspezifischen Werte für Fe-Metalle im Restabfall in Tabelle 38 berechnet.

Tabelle 107: Zusammensetzung der Stoffgruppe Fe-Metall im Restabfall je Schicht

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
4-1	Fe-Metallverpackungen	78 %	74 %	75 %
4-3	Fe-Metalle, Gebrauchsgegenstände	22 %	26 %	25 %
4	Fe-Metalle	100 %	100 %	100 %

Die Zusammensetzung der Stoffgruppe je Schicht (Tabelle 107) wird mit den Ergebnissen der Potenzialbetrachtung für Fe-Metalle (Tabelle 20) multipliziert. Daraus ergibt sich das Kreislaufpotenzial von Fe-Metallen in den verschiedenen Schichten, welches in Tabelle 108 dargestellt ist.

Tabelle 108: Kreislaufpotenzial von Fe-Metallen im Restabfall je Schicht

Schicht	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Schicht 1	0 %	0 %	91 %	0 %	9 %
Schicht 2	0 %	0 %	91 %	0 %	9 %
Schicht 4	0 %	0 %	91 %	0 %	9 %

Stoffgruppe NE-Metalle im Restabfall

Die Zusammensetzung der Stoffgruppe NE-Metalle wurde anhand der einwohnerspezifischen Werte für NE-Metalle im Restabfall in Tabelle 38 berechnet.

Tabelle 109: Zusammensetzung der Stoffgruppe NE-Metall im Restabfall je Schicht

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
4-2	Nichteisen (NE) Verpackungen	81 %	44 %	54 %
4-4	NE-Metalle, Gebrauchsgegenstände	19 %	56 %	46 %
4	NE-Metalle	100 %	100 %	100 %

Die Zusammensetzung der Stoffgruppe je Schicht (Tabelle 109) wird mit den Ergebnissen der Potenzialbetrachtung für NE-Metalle (Tabelle 21) multipliziert. Daraus ergibt sich das Kreislaufpotenzial von NE-Metallen in den verschiedenen Schichten (Tabelle 110).

Tabelle 110: Kreislaufpotenzial von NE-Metallen im Restabfall je Schicht

Schicht	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Schicht 1	3 %	0 %	88 %	3 %	6 %
Schicht 2	2 %	0 %	90 %	2 %	6 %
Schicht 4	2 %	0 %	90 %	2 %	6 %

Aufgrund des hohen Anteils an NE-Verpackungen in Schicht 1 liegt das Recyclingpotenzial etwas niedriger als in den beiden anderen Schichten 2 und 4.

Stoffgruppe Organik im Restabfall

Die Zusammensetzung der Stoffgruppe Organik wurde anhand der einwohnerspezifischen Werte für organische Abfälle im Restabfall in Tabelle 42 berechnet.

Tabelle 111: Zusammensetzung der Stoffgruppe Organik im Restabfall je Schicht

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
10-1-1	Küchenabfälle	25 %	27 %	31 %
10-1-2	Nahrungsabfälle	28 %	29 %	26 %
10-1-3	Verpackte Lebensmittel	26 %	20 %	20 %
10-2	Gartenabfälle	19 %	22 %	16 %
10-3	sonstige Organik	3 %	1 %	6 %
10	Organik	100 %	100 %	100 %

Die Zusammensetzung der Stoffgruppe je Schicht (Tabelle 111) wird mit den Ergebnissen der Potenzialbetrachtung für Organik (Tabelle 29) multipliziert. Daraus ergibt sich das Kreislaufpotenzial der Organik in den verschiedenen Schichten (Tabelle 112).

Tabelle 112: Kreislaufpotenzial von organischen Abfällen im Restabfall je Schicht

Schicht	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Schicht 1	44 %	0 %	56 %	0 %	0 %
Schicht 2	40 %	0 %	60 %	0 %	0 %
Schicht 4	40 %	0 %	60 %	0 %	0 %

Kreislaufpotenziale der Stoffgruppen im Restabfall je Schicht

In den nachfolgenden Tabellen werden die Kreislaufpotenziale für alle Stoffgruppen je Schicht zusammengefasst. Die Werte für die Stoffgruppen 5 Textilien, 6 Holz, 7-1 Verbundverpackung, 7-3 EAG und 11-1 Batterien wurden direkt aus den Potenzialbetrachtungen in Kapitel 3.4 übernommen.

Tabelle 113: Kreislaufpotenzial der Stoffgruppen im Restabfall in Schicht 1

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Summe
1	Glas	1 %	0 %	83 %	3 %	87 %
2	PPK	7 %	0 %	59 %	34 %	100 %
3	Kunststoffe	5 %	14 %	40 %	41 %	100 %
4	Fe-Metalle	0 %	0 %	91 %	0 %	91 %
4	NE-Metalle	3 %	0 %	88 %	3 %	94 %
5	Textilien	16 %	52 %	22 %	7 %	97 %
6	Holz	0 %	0 %	25 %	75 %	100 %
7-1	Verbundverpackungen	17 %	0 %	69 %	12 %	98 %
7-3	EAG	23 %	2 %	63 %	9 %	98 %
10	Organik	44 %	0 %	56 %	0 %	100 %
11-1	Batterien	0 %	0 %	76 %	0 %	76 %

Tabelle 114: Kreislaufpotenzial der Stoffgruppen im Restabfall in Schicht 2

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Summe
1	Glas	1 %	0 %	75 %	3 %	79 %
2	PPK	9 %	0 %	61 %	29 %	100 %
3	Kunststoffe	4 %	11 %	36 %	49 %	100 %
4	Fe-Metalle	0 %	0 %	91 %	0 %	91 %
4	NE-Metalle	2 %	0 %	90 %	2 %	94 %
5	Textilien	16 %	52 %	22 %	7 %	97 %
6	Holz	0 %	0 %	25 %	75 %	100 %
7-1	Verbundverpackungen	17 %	0 %	69 %	12 %	98 %
7-3	EAG	23 %	2 %	63 %	9 %	98 %
10	Organik	40 %	0 %	60 %	0 %	100 %
11-1	Batterien	0 %	0 %	76 %	0 %	76 %

Tabelle 115: Kreislaufpotenzial der Stoffgruppen im Restabfall in Schicht 4

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Summe
1	Glas	1 %	0 %	86 %	3 %	90 %
2	PPK	8 %	0 %	56 %	35 %	100 %
3	Kunststoffe	4 %	11 %	36 %	49 %	100 %
4	Fe-Metalle	0 %	0 %	91 %	0 %	91 %
4	NE-Metalle	2 %	0 %	90 %	2 %	94 %
5	Textilien	16 %	52 %	22 %	7 %	97 %
6	Holz	0 %	0 %	25 %	75 %	100 %
7-1	Verbundverpackungen	17 %	0 %	69 %	12 %	98 %
7-3	EAG	15 %	2 %	70 %	10 %	98 %
10	Organik	40 %	0 %	60 %	0 %	100 %
11-1	Batterien	0 %	0 %	76 %	0 %	76 %

5.1.3.2 Ableitung des erschließbaren Potenzials im Restabfall

Basierend auf dem abschöpfbaren Potenzial und dem Kreislaufpotenzial wurde das erschließbare Potenzial für die drei Schichten im Restabfall berechnet.

5.1.3.2.1 Schicht 1

In Tabelle 116 ist das Ergebnis des berechneten erschließbaren Potenzials für Schicht 1 im Restabfall dargestellt. Das erschließbare Potenzial beträgt in Schicht 1 rund 36,8 kg/(E*a). Dies entspricht 99,1 % des abschöpfbaren Potenzials und 51 % des theoretischen Potenzials im Restabfall.

Tabelle 116: Erschließbares Potenzial im Restabfall in Schicht 1 in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Summe
1	Glas	< 0,05	0	1,1	< 0,05	1,2
2	PPK	< 0,05	0	0,2	0,1	0,4
3	Kunststoffe	0,1	0,3	0,8	0,8	2,1
4	Fe-Metalle	0	0	0,4	0	0,4
4	NE-Metalle	< 0,05	0	0,2	< 0,05	0,2
5	Textilien	0,3	1,1	0,5	0,1	2,1
6	Holz	0	0	0,1	0,2	0,3
7-1	Verbundverpackungen	< 0,05	0	< 0,05	< 0,05	< 0,05
7-3	EAG	0,1	< 0,05	0,3	< 0,05	0,5
10	Organik	13,1	0	16,5	0,1	29,7
11-1	Batterien	0	0	< 0,05	0	< 0,05
Summe		15,0	1,4	18,8	1,5	36,8
Anteil		40 %	4 %	51 %	4 %	99 %

5.1.3.2.2 Schicht 2

In Tabelle 117 ist das Ergebnis des berechneten erschließbaren Potenzials von Schicht 2 dargestellt. Das erschließbare Potenzial beträgt in Schicht 2 rund 38,2 kg/(E*a). Dies entspricht 98 % des abschöpfbaren Potenzials und 60 % des theoretischen Potenzials im Restabfall.

Tabelle 117: Erschließbares Potenzial im Restabfall in Schicht 2 in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Summe
1	Glas	< 0,05	0	2,0	0,1	2,1
2	PPK	0,2	0	1,4	0,7	2,3
3	Kunststoffe	0,1	0,4	1,4	1,9	3,8
4	Fe-Metalle	0	0	1,4	0	1,4
4	NE-2Metalle	< 0,05	0	0,4	< 0,05	0,4
5	Textilien	0,7	2,4	1,0	0,3	4,5
6	Holz	0	0	0,3	0,8	1,0
7-1	Verbundverpackungen	0,1	0	0,5	0,1	0,7
7-3	EAG	0,3	< 0,05	0,8	0,1	1,2
10	Organik	8,4	0	12,4	< 0,05	20,8
11-1	Batterien	0	0	< 0,05	0	< 0,05
Summe		10,8	2,9	20,6	3,9	38,2
Anteil		28 %	7 %	53 %	10 %	98 %

5.1.3.2.3 Schicht 4

In Tabelle 118 ist das Ergebnis des berechneten erschließbaren Potenzials für Schicht 4 im Restabfall dargestellt. Das erschließbare Potenzial beträgt 28,7 kg/(E*a). Dies entspricht 98,5 % des abschöpfbaren Potenzials und 33 % des theoretischen Potenzials im Restabfall.

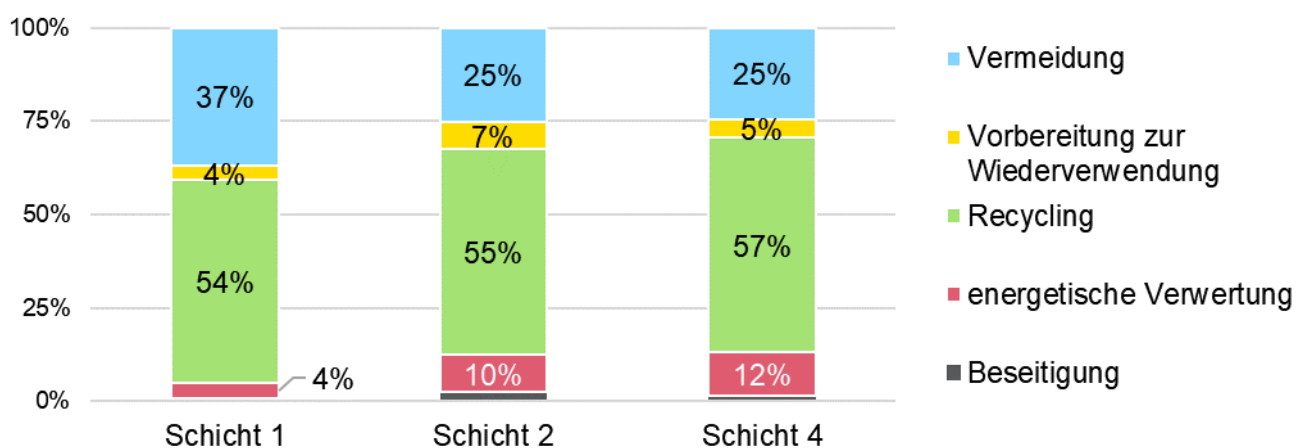
Tabelle 118: Erschließbares Potenzial im Restabfall in Schicht 4 in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Summe
1	Glas	< 0,05	0	2,2	0,1	2,3
2	PPK	0,3	0	2,0	1,2	3,5
3	Kunststoffe	0,1	0,3	1,0	1,4	2,9
4	Fe-Metalle	0	0	0,8	0	0,8
4	NE-Metalle	< 0,05	0	0,1	< 0,05	0,1
5	Textilien	0,3	1,1	0,5	0,1	2,0
6	Holz	0	0	0,1	0,4	0,6
7-1	Verbundverpackungen	< 0,05	0	0,1	< 0,05	0,2
7-3	EAG	0,1	< 0,05	0,3	< 0,05	0,4
10	Organik	6,4	0	9,6	< 0,05	15,9
11-1	Batterien	0	0	0,1	0	0,1
Summe		7,5	1,4	16,4	3,4	28,7
Anteil		26 %	5 %	56 %	12 %	98 %

5.1.3.2.4 Zusammenfassung Restabfall

In Abbildung 30 ist der Anteil der Verwertungswege am erschließbaren Potenzial je Schicht dargestellt. In allen drei Schichten können mehr als 50 % des Potenzials dem Recycling zugeführt werden.

Durch den geringeren Anteil an organischen Abfällen im Restabfall ist der Anteil der Vermeidung am abschöpfbaren Potenzial in Schicht 2 und Schicht 4 rund 12 % niedriger als in Schicht 1.



Daten für Schicht 1 - siehe Tabelle 116

Daten für Schicht 2 - siehe Tabelle 117

Daten für Schicht 4 - siehe Tabelle 118

Abbildung 30: Verwertungswege des erschließbaren Potenzials für Restabfall je Schicht

Das erschließbare Potenzial der drei Schichten liegt zwischen 28,7 kg/(E*a) und 38,2 kg/(E*a). Wird das Potenzial jeweils vollständig ausgenutzt, sinkt das einwohnerspezifische Aufkommen im Vergleich zu 2019 um 32-33 % in den ländlichen Gebieten (Schicht 1&2), um 22 % im städtischen Gebiet (siehe Abbildung 31).

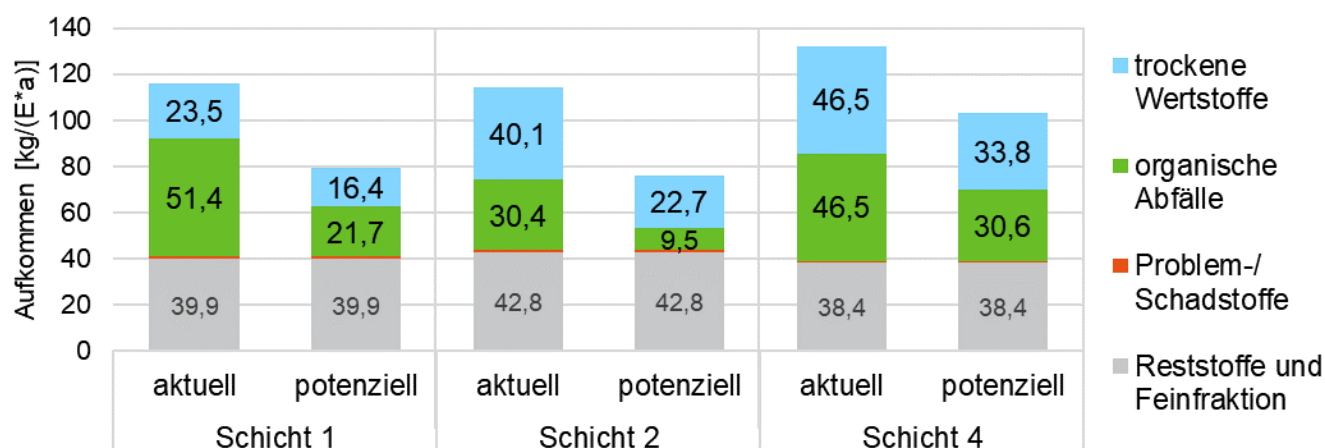


Abbildung 31: Veränderung des einwohnerspezifischen Aufkommens durch Nutzung des erschließbaren Potenzials im Restabfall je Schicht in [kg/(E*a)]

In Tabelle 119 ist die Zusammensetzung des einwohnerspezifischen Restabfallaufkommen je Schicht nach Abzug des erschließbaren Potenzials dargestellt. Für die Berechnung des einwohnerspezifischen Restabfallaufkommens für Sachsen wird das Aufkommen der Schichten entsprechend der Einwohnerzahl gewichtet und summiert.

Tabelle 119: Einwohnerspezifisches Aufkommen von Restabfall mit Nutzung des erschließbaren Potenzials je Schicht und in Sachsen in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4	Sachsen
Gewichtung nach Einwohnerzahl		40 %	26 %	34 %	100 %
1	Glas	2,6	3,6	5,2	3,8
2	PPK	1,9	2,6	6,2	3,5
3	Kunststoffe	3,9	3,9	7,8	5,2
4	Metalle	1,1	1,9	2,1	1,7
5	Textilien/Schuhe, Leder	2,3	2,7	3,4	2,8
6	Holz/Kork	0,5	0,6	0,8	0,6
7	Verbunde	4,1	7,5	8,3	6,4
8	Hygieneprodukte	15,1	14,5	17,4	15,7
9	Inertmaterial	5,2	6,8	2,8	4,8
10	Organische Abfälle	21,7	9,5	30,6	21,6
11	Problem-/Schadstoffe	1,0	1,0	0,6	0,9
12	Sonstige Abfälle	3,0	2,5	3,1	2,9
14	Fraktion 0 bis 10 mm	16,6	19,0	15,1	16,7
Summe		79,1	76,1	103,5	86,6
Reduktion des Aufkommens in kg/(E*a)		36,8	38,2	28,7	34,4
Reduktion des Aufkommens in %		32 %	33 %	22 %	28 %

5.2 Biogut

Im Sinne der Abfallhierarchie wird betrachtet, inwieweit organische Abfälle vermieden werden können und unter Berücksichtigung der Qualität des Bioguts einer Steigerung der Getrennterfassungsmenge möglich ist. Bei der Potenzialbetrachtung des Bioguts werden daher die folgenden Schritte durchlaufen:

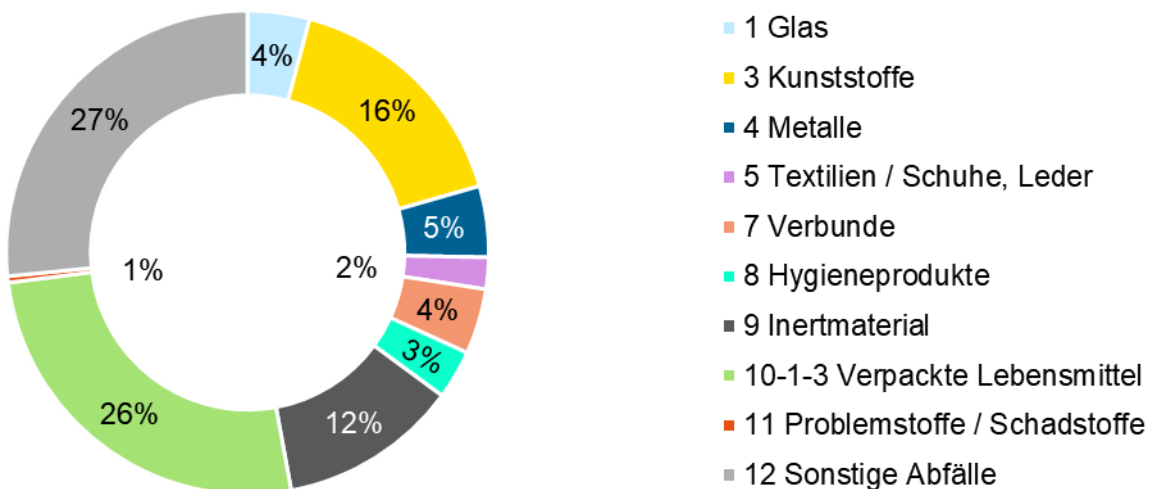
- Entfrachtung des Bioguts von Störstoffen,
- Ermittlung und Abzugs des vermeidbaren Anteils am Biogut,
- Erhöhung des Anschlussgrads an die Biotonne und
- Zustrom von Biogut aus Restabfall und LVP.

In den nachfolgenden Kapiteln werden ausgehend von der ermittelten stofflichen Zusammensetzung der jeweiligen einzubeziehenden Abfallarten die dafür durchgeführten Potenzialbetrachtungen im Einzelnen erläutert.

5.2.1 Entfrachtung des Bioguts von Störstoffen

Biogut darf gemäß novellierter Bioabfallverordnung nicht mehr als 1 % Störstoffe enthalten. Derzeit liegt der Störstoffgehalt in Sachsen bei 3 % (siehe Kapitel 4.2.2). Die Störstoffe setzen sich aus einer Vielzahl von Stoffgruppen mit einem niedrigen Anteil am Gehalt zusammen. Für eine erfolgreiche Reduktion des Störstoffgehalts für den einzuhaltenden Grenzwert von 1 % müssen alle Stoffgruppen gleichzeitig angegangen werden. Eine alleinige Entfernung der beiden größten Stoffgruppen Kunststoffe und verpackte Lebensmittel würde den Störstoffgehalt nur halbieren (siehe Abbildung 32), wodurch dieser mit 1,5 % immer noch über dem Grenzwert von 1 % läge.

Für die weitere Potenzialbetrachtung wird angenommen, dass der Störstoffgehalt auf 1 % sinkt.



Daten aus Tabelle 49

Abbildung 32: Zusammensetzung der Störstoffe im Biogut in Sachsen 2019

5.2.2 Vermeidung von organischen Abfällen

Für die Berechnung des Vermeidungspotenzials werden die Ergebnisse der Potenzialbetrachtung für organische Abfälle aus Kapitel 3.4.9 genutzt:

- 10-1-1 Küchenabfälle lassen sich zu 28 % vermeiden.
- 10-1-2 Nahrungsabfälle lassen sich zu 49 % vermeiden.

Der vermeidbare Anteil wird vom einwohnerspezifischen Biogutaukommen der an die Biotonne angeschlossenen Einwohner (siehe Kapitel 4.2.1) abgezogen.

Die Ergebnisse sind für Sachsen und die beiden Schichten in der nachfolgenden Tabelle 120 dargestellt. Die Vermeidung von Küchen- und Nahrungsabfällen würde zu einer Reduktion des Aufkommens an organischen Abfällen von rund 11 % bzw. 7 kg/(E*a) führen.

Tabelle 120: Einwohnerspezifisches Aufkommen der organischen Abfälle im Biogut nach Vermeidung je Schicht und in Sachsen in [kg/(E*a)] (nur angeschlossene Einwohner)

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen		Schicht 1&2		Schicht 4	
		2019	potenzielle Vermeidung	2019	potenzielle Vermeidung	2019	potenzielle Vermeidung
10	Organische Abfälle	62,9	56,1	87,2	78,2	44,7	39,7
10-1	Küchen-/Nahrungsabfälle	20,1	13,4	26,6	17,7	15,0	10,1
10-1-1	Küchenabfälle	15,0	10,8	19,4	14,0	11,4	8,2
10-1-2	Nahrungsabfälle	5,2	2,6	7,2	3,7	3,6	1,9
10-2	Gartenabfälle	30,6	30,6	51,8	51,8	16,7	16,7
10-3	Sonstige Organik	0,5	0,5	0,1	0,1	0,7	0,7
10-5	Organische Abfälle 10-40 mm	11,5	11,5	8,6	8,6	12,2	12,2

Durch die Vermeidung von Küchen- und Nahrungsabfällen und die Reduktion um Störstoffe im Biogut ergibt sich die in Tabelle 121 dargestellte neue stoffliche Zusammensetzung des Bioguts für die an die Biotonne angeschlossenen Einwohner für Schicht 1&2 und Schicht 4.

Tabelle 121: Zusammensetzung und Aufkommen von Biogut nach Vermeidung und Entfrachtung von Störstoffen im Biogut je Schicht (nur angeschlossene Einwohner)

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1&2		Schicht 4	
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	Anteil
Biogut		123,8	100 %	45,4	100 %
10	Organische Abfälle	78,2	63 %	39,7	87 %
2	PPK	1,8	2 %	--	
6	Holz/Kork	0,3	0 %	--	
8-1	Hygienepapiere	2,9	2 %	--	
14	Fraktion 0 bis 10 mm	39,3	32 %	5,2	12 %
	Störstoffe	1,2	1 %	0,5	1 %

„--“ keine ausreichenden Daten/in anderer Stoffgruppe enthalten

5.2.3 Erhöhung des Anschlussgrads an die Biotonne

In den ländlichen Gebieten (Schicht 1&2) liegt der Anschlussgrad der Einwohner an die Biotonne bei ca. 31 % und in Schicht 4 (städtische Gebiete) bei ca. 88 % der Einwohner in 2019. Der erreichte Anschlussgrad aller angeschlossenen Einwohner an die Biotonne 2019 in Sachsen liegt bei ungefähr 51 %. Auf Grund des niedrigen durchschnittlichen Anschlussgrades der Einwohner an die Biotonne in den ländlichen Gebieten (Schicht 1&2) und dem bereits hohen durchschnittlichen Anschlussgrad, welche die

städtischen Gebiete (Schicht 4) in Sachsen erreicht haben, werden für die Betrachtungen zur Erhöhung des Anschlussgrades der Einwohner an die Biotonne folgende Annahmen getroffen:

- Der höchste bisher in Sachsen erreichte Anschlussgrad je Schicht kann in der gesamten Schicht erreicht werden (siehe Tabelle 4).
- Das einwohnerspezifische Aufkommen der Einwohner mit Biotonne je Schicht entspricht den Werten in Tabelle 121.

In Schicht 1&2 hat der Landkreis Görlitz mit 69 % den höchsten Anschlussgrad der Einwohner an die Biotonne. Es wird angenommen, dass die bisher nicht angeschlossenen Einwohner sich zum Zwecke der Eigenverwertung von der Biotonne haben befreien lassen.

In Schicht 4 liegt der höchste Wert bei 95 % in der Stadt Chemnitz. Aufgrund der höheren Bebauungsdichte in Schicht 4 wird angenommen, dass die Eigenverwertung nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Über den Anschlussgrad wird die Anzahl der Einwohner mit Biotonne je Schicht neu berechnet:

$$\text{Einwohnerzahl Schicht}_{\text{mit Biotonne}} = \text{Einwohnerzahl Schicht}_{\text{gesamt}} * \text{Anschlussgrad}_{\text{neu}}$$

Als nächstes wird das neue Biogut-Aufkommen je Schicht berechnet:

$$\text{Biogut}_{\text{neu}} \left[\frac{\text{Mg}}{\text{a}} \right] = \text{Einwohnerzahl Schicht}_{\text{mit Biotonne}} * \text{spezifisches Aufkommen}_{\text{Schicht, mit Biotonne}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{E} * \text{a}} \right]$$

Die Ergebnisse der bisherigen Schritte sind in Tabelle 122 zusammengefasst. Aus der Summe der an die Biotonne angeschlossenen Einwohner je Schicht und dem neuen Biogutaufkommen lässt sich für Sachsen der neue Anschlussgrad und das spezifische Aufkommen rückrechnen.

Tabelle 122: Potenzielles Biogutaufkommen bei erhöhtem Anschlussgrad an die Biotonne je Schicht und in Sachsen

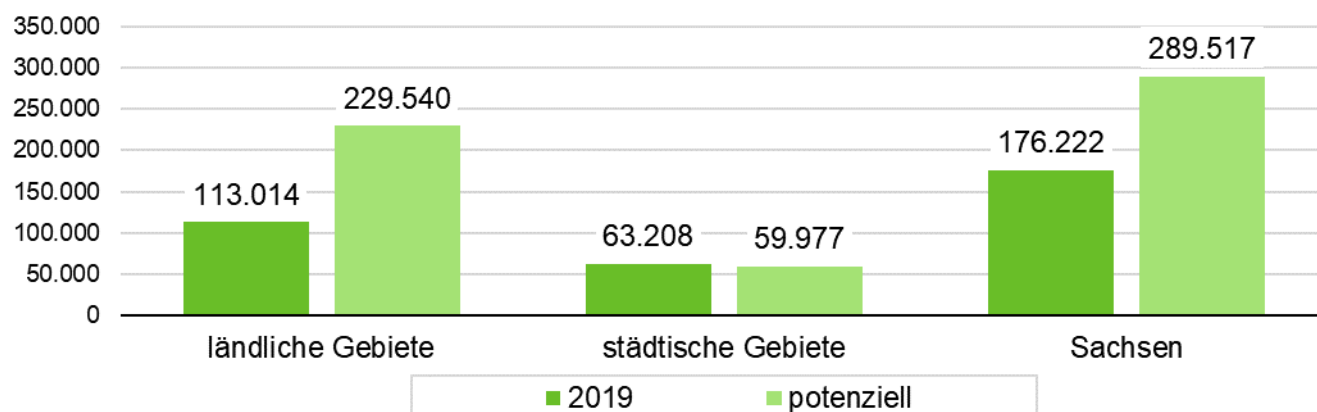
Schicht	Einwohner ¹⁾	Anschluss- grad an die Biotonne _{neu} ²⁾	Einwohner _{neu}	einwohner- spezifisches Aufkommen mit Biotonne _{neu} ³⁾	Biogut- aufkommen _{neu}
	[E]		mit Biotonne _{neu}	[kg/(E*a)]	[Mg/a]
Schicht 1&2	2.682.515	69 %	1.854.422	123,8	229.540
Schicht 4	1.390.145	95 %	1.320.639	45,4	59.977
Sachsen	4.072.660	78 %	3.175.060	91,2	289.517

1) Daten siehe Tabelle 45

2) Daten siehe Tabelle 4

3) Daten siehe Tabelle 121

Durch die Erhöhung des Anschlussgrads an die Biotonne in den Schichten 1&2 (ländliche Gebiete) sowie 4 (städtische Gebiete) würde sich das Biogutauflkommen in Sachsen von 176.222 Mg (2019) um 113.296 Mg auf 289.517 Mg/a erhöhen. Dies entspricht einer Steigerung von 65 %.



Werte für 2019 aus Tabelle 45

Abbildung 33: Potenzielles Biogutauflkommen nach Erhöhung des Anschlussgrads an die Biotonne je Gebiet und in Sachsen in [Mg]

5.2.4 Biogut aus Restabfall und Leichtverpackungen

Für die an die Biotonne angeschlossenen Einwohnern kann das erschließbare Potenzial an organischen Abfällen aus dem Restabfall und dem LVP, welche nicht vermeidbar sind, in das Biogut übergehen. Nicht vermeidbare verpackte Lebensmittel werden dabei weiter über den Restabfall erfasst.

Um das Aufkommen an Biogut aus Restabfall und LVP zu ermitteln, wird das nicht vermeidbare, erschließbare einwohnerspezifische Aufkommen je Schicht mit den angeschlossenen Einwohnern an die Biotonne multipliziert (siehe Tabelle 123). Beim Restabfall wird nur das erschließbare Potenzial der ländlichen Gebiete mit Biotonne (Schicht 2) herangezogen.

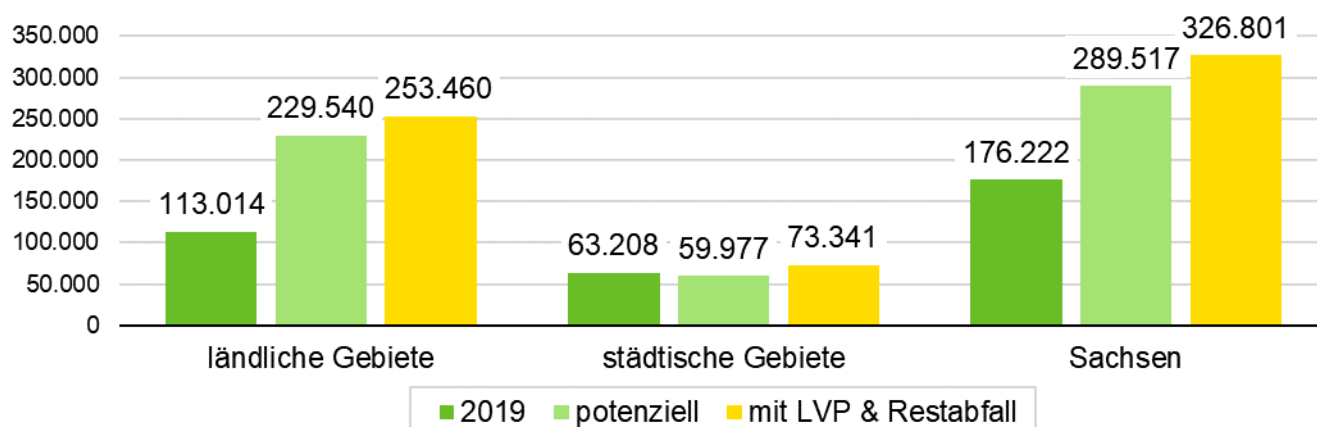
Tabelle 123: Berechnung des Zustroms an organischen Abfällen in das Biogut aus Restabfall und LVP je Schicht

10 Organische Abfälle	Schicht 1&2 ländliche Gebiete mit Biotonne		Schicht 4 städtische Gebiete mit Biotonne	
Herkunft	Restabfall	LVP	Restabfall	LVP
Erschließbares Potenzial in [kg/(E*a)] ¹⁾	12,5	0,4	9,6	0,5
Einwohner mit Biotonne _{neu} ²⁾	1.854.422		1.320.639	
Aufkommen in [Mg/a]	23.108	812	12.660	704
Summe Restabfall und LVP in [Mg/a]	23.920		13.364	
Sachsen in [Mg/a]	37.284			

1) Daten für Restabfall: Tabelle 116 bis Tabelle 117, jeweils abzüglich des vermeidbaren Anteils; Daten für LVP: Tabelle 131

2) Daten aus Tabelle 122

Durch Nutzung des erschließbaren Potenzials aus Schicht 1&2 mit 23.920 Mg/a und aus Schicht 4 mit 13.364 Mg/a würden die im Restabfall und die in LVP enthaltenen organischen Abfälle über die Biotonnen als Biogut erfasst werden können. Das Biogutaufkommen in Sachsen würde sich damit um 37.284 Mg/a erhöhen.



Werte für 2019 aus Tabelle 45

Abbildung 34: Erhöhung des Biogutaufkommens durch erschließbares Potenzial aus Restabfall und LVP je Gebiet und in Sachsen [Mg/a]

Nach Abzug der vermeidbaren organischen Abfälle und dem Hinzufügen des erschließbaren Potenzials im Restabfall und LVP würde sich folgende neue potenzielle Zusammensetzung des Bioguts ergeben:

Tabelle 124: Potenzielle Zusammensetzung und Aufkommen des Bioguts nach Zustrom aus Restabfall und LVP je Schicht (nur angeschlossene Einwohner)

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1&2		Schicht 4	
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	Anteil
Biogut		135,2	100 %	63,2	100 %
10	Organische Abfälle	92,6	69 %	57,8	91 %
2	PPK	1,8	1 %	--	--
6	Holz/Kork	0,3	0 %	--	--
8-1	Hygienepapiere	2,9	2 %	--	--
14	Fraktion 0 bis 10 mm	36,4	27 %	4,8	8 %
	Störstoffe	1,2	1 %	0,5	1 %

„--“ keine ausreichenden Daten/in anderer Stoffgruppe enthalten

5.2.5 Aufkommen und Zusammensetzung von Biogut in Sachsen

Basierend auf dem neuen potenziellen Aufkommen und der Zusammensetzung des Bioguts in Tabelle 124 dargestellt, kann das einwohnerspezifische Aufkommen und die Zusammensetzung für Sachsen insgesamt neu ermittelt werden. Dazu wird das Aufkommen in Mg/a mit der prozentualen Zusammensetzung je Schicht multipliziert und für Sachsen aufaddiert. Das Aufkommen je Stoffgruppe wird anschließend durch die Einwohnerzahl geteilt, welche nach potenzieller Erhöhung des Anschlussgrads an die Biotonne (siehe Tabelle 122) ermittelt wurde. Die Ergebnisse der Berechnung sind in Tabelle 125 dargestellt:

Tabelle 125: Ergebnis der Berechnung der Zusammensetzung des Bioguts nach Vermeidung und Zustrom von organischen Abfällen aus Restabfall und LVP je Schicht und in Sachsen (nur angeschlossene Einwohner)

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1&2	Schicht 4	Sachsen	Sachsen	
		Aufkommen [Mg/a]			[kg/(E*a)]	Anteil
Biogut		250.629	83.404	334.033	105,2	100 %
10	Organische Abfälle	171.632	76.387	248.019	78,1	74 %
2	PPK	3.268	--	3.268	1,0	1 %
6	Holz/Kork	562	--	562	0,2	0 %
8-1	Hygienepapiere	5.389	--	5.389	1,7	2 %
14	Fraktion 0 bis 10 mm	67.491	6.400	73.890	23,3	22 %
	Störstoffe	2.286	617	2.904	0,9	1 %

„--“ keine ausreichenden Daten/in anderer Stoffgruppe enthalten

Basierend auf dem neuen Biogutaufkommen wird das einwohnerspezifische Aufkommen für alle Einwohner je Schicht berechnet:

$$\text{spezifisches Aufkommen}_{\text{Schicht, neu}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{E} \cdot \text{a}} \right] = \frac{\text{Biogut}_{\text{neu}} [\text{Mg/a}]}{\text{Einwohnerzahl}_{\text{Schicht}}}$$

In Tabelle 126 wird das neu berechnete einwohnerspezifische Biogutaufkommen bezogen auf alle Einwohner in Sachsen dem Biogutaufkommen in 2019 gegenübergestellt. Unter den zuvor beschriebenen Annahmen kann das Biogutaufkommen in Sachsen potenziell um etwa 83 % gesteigert werden. Das ermittelte Kreislaufpotenzial für das neue potenzielle Biogutaufkommen bezogen auf alle Einwohner in Sachsen liegt bei 80 kg/(E*a).

Tabelle 126: Einwohnerspezifisches Biogutaufkommen je Schicht und in Sachsen (alle Einwohner)

Schicht	Biogutaufkommen 2019	potenzielles Biogutaufkommen _{neu}	potenzielle Erhöhung des Biogutaufkommens
	[kg/(E*a)]	[kg/(E*a)]	[%]
Schicht 1&2	42,9	94,5	120
Schicht 4	45,5	52,8	16
Sachsen	43,8	80,2	83

5.3 Leichtverpackungen

5.3.1 Trockene Wertstoffe in Leichtverpackungen

LVP besteht zu 83 % aus trockenen Wertstoffen. Davon sind 33 % weitere Wertstoffe, welche über die dafür etablierten Erfassungssysteme getrennt gesammelt werden können. Im Rahmen dieser Potenzialbetrachtung wird angenommen, dass zukünftig der nicht vermeidbare Anteil dieser Wertstoffe über die entsprechenden richtigen Erfassungssysteme getrennt gesammelt werden.

Tabelle 127: Nicht vermeidbares Aufkommen an trockenen Wertstoffen in LVP in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	Aufkommen 2019	Vermeidung	Aufkommen Zukunft	Ziel-Abfallstrom
1-1	Glasverpackungen/ Behälterglas	0,8	1 %	0,8	Weitere Wertstoffe - Glas
1-2	Glas-Nichtver- packungen	< 0,05	0	< 0,05	Weitere Wertstoffe - Glas oder Restabfall
1-3	Glas 10-40 mm	< 0,05	0	< 0,05	Restabfall
1	Glas gesamt	0,8		0,8	
2-1	PPK-Verpackungen	1,7	2 %	1,7	
2-2	Druckerzeugnisse	0,4	21 %	0,3	
2-3	Sonstige PPK	0,1	0	0,1	
2-4	PPK 10-40 mm	< 0,05	0	< 0,05	

Nr.	Stoffgruppe	Aufkommen 2019	Vermeidung	Aufkommen Zukunft	Ziel-Abfallstrom
2	PPK gesamt	2,3		2,1	Weitere Wertstoffe - PPK
3-2	Sonstige Kunststoffe	4,5	0	4,5	Weitere Wertstoffe - Kunststoffe oder Restabfall
4-3	Fe-Metalle, Gebrauchsgegenstände	0,1	0	0,1	Weitere Wertstoffe - Metall
4-4	NE-Metalle, Gebrauchsgegenstände	0,2	0	0,2	Weitere Wertstoffe - Metall
5	Textilien/Schuhe, Leder	0,8	16 %	0,7	Weitere Wertstoffe - Textilien oder Restabfall
7-2	Sonstige Verbundmaterialien	1,2	0	1,2	Restabfall
7-3	EAG	0,6	21 %	0,4	EAG

Der Anteil von Verpackungen bei den trockenen Wertstoffen beträgt 66 %. Tabelle 128 bis Tabelle 130 stellt basierend auf der Potenzialbetrachtung für den Restabfall (siehe Kapitel 3.4) die berechneten Kreislaufpotenziale für die jeweiligen Verpackungsmaterialien aus Kunststoff, Metallen und Verbunden von LVP dar.

Tabelle 128: Kreislaufpotenzial von Kunststoffverpackungen im LVP

3-1 Kunststoffverpackungen	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Potenzial ¹⁾	6,7 %	19,7 %	45,5 %	28,1 %	0,1 %
Aufkommen [kg/(E*a)]	1,0	3,1	7,1	4,4	< 0,05

1) Daten aus Tabelle 18

Tabelle 129: Kreislaufpotenzial von Metallverpackungen im LVP

4 Metallverpackungen	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Potenzial Fe ¹⁾	0	0	90 %	0	10 %
Potenzial NE ²⁾	4 %	0	87 %	3%	6 %
Aufkommen Fe [kg/(E*a)]	0	0	1,8	0	0,2
Aufkommen NE [kg/(E*a)]	< 0,05	0	0,6	< 0,05	< 0,05

1) Daten aus Tabelle 20; 2) Daten aus Tabelle 21

Tabelle 130: Kreislaufpotenzial von Verbundverpackungen im LVP

7-1 Verbundverpackungen	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Potenzial ¹⁾	17 %	0 %	69 %	12 %	2 %
Aufkommen [kg/(E*a)]	0,7	0	2,9	0,5	0,1

1) Daten aus Tabelle 26

Insgesamt können rund 1,8 kg/(E*a) Verpackungen vermieden werden.

5.3.2 Organische Abfälle in Leichtverpackungen

LVP enthielten in 2019 2,1 kg/(E*a) organische Abfälle. Diese sind, mit Ausnahme von verpackten Lebensmitteln, über die Biotonne als Biogut zu erfassen. Um zu ermitteln, wie hoch das Aufkommen an organischen Abfällen ist, welches über die Biotonne als Biogut erfasst werden könnte, wird das entsprechende Vermeidungspotenzial aus Kapitel 3.4.9 für die einzelnen Stoffgruppen für die organischen Abfälle übernommen:

- 10-1-1 Küchenabfälle: 28% vermeidbar
- 10-1-2 Nahrungsabfälle: 49 % vermeidbar
- 10-1-3 verpackte Lebensmittel: 90 % vermeidbar

Angewandt auf die in Tabelle 59 dokumentierten Werte ergibt sich daraus ein neues, ermitteltes Aufkommen an organischen Abfällen (siehe Tabelle 131) für LVP:

Tabelle 131: Nicht vermeidbare organische Abfälle in LVP je Schicht und in Sachsen in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1&2	Schicht 4	Sachsen
10	Organische Abfälle	0,4	0,5	0,4
10-1	Küchen-/Nahrungsabfälle	0,3	0,5	0,4
10-1-1	Küchenabfälle	0,1	0,3	0,2
10-1-2	Nahrungsabfälle	0,2	0,2	0,2
10-2	Gartenabfälle	0,1	< 0,05	0,1
10-3	sonstige Organik	< 0,05	0	< 0,05
10-1-3	Verpackte Lebensmittel	0,1	0,1	0,1

Bei Nutzung des Vermeidungspotenzials gehen 0,4 kg/(E*a) an organischen Abfällen aus den LVP in das Biogut über und 0,1 kg/(E*a) verpackte Lebensmittel in den Restabfall.

5.3.3 Reststoffe in Leichtverpackungen

Derzeit enthalten LVP 11 % Reststoffe, die über den Restabfall zu entsorgen wären. Im Kontext dieser Potenzialbetrachtung wird angenommen, dass die im LVP enthaltenen Reststoffe zu 90 % vermieden werden können und in den Restabfall übergehen. Von bisher 4,4 kg/(E*a) verbleiben demnach 0,4 kg/(E*a) in den LVP.

5.3.4 LVP aus dem Restabfall

Durch Nutzung des erschließbaren Potenzials gehen Wertstoffe, welche über die LVP-Sammlung zu erfassen wären, aus dem Restabfall in die LVP über. Hierfür werden die nicht vermeidbaren Anteile der jeweiligen Stoffgruppe übernommen (siehe Tabelle 132).

Tabelle 132: Anteil der verwertbaren Wertstoffe aus dem erschließbaren Potenzial des Restabfalls je Schicht und in Sachsen in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4	Sachsen
Gewichtung nach Einwohnerzahl¹		40 %	26 %	34 %	100 %
3	Kunststoffe	1,9	3,6	2,8	2,7
4-1	Fe-Metalle	0,4	1,4	0,8	0,8
4-2	NE-Metalle	0,2	0,4	0,1	0,2
7-1	Verbundverpackungen	< 0,05	0,6	0,2	0,2
Summe		2,6	6,0	3,8	3,9

1) Gewichtung nach Einwohnerzahl, basierend auf Tabelle 5

5.3.5 Zusammenfassung Leichtverpackungen

Nach Abzug der vermeidbaren Wertstoffe und der Umverteilung der nicht über die LVP zu erfassenden Stoffgruppen sowie dem Hinzufügen der im Restabfall enthaltenen Wertstoffe, welche über die LVP-Sammlung zu erfassen wären, ergibt sich die in Tabelle 133 dargestellte neue Zusammensetzung und Aufkommen von LVP in Sachsen. Das über diesen Ansatz ermittelte Aufkommen an LVP in Sachsen würde von 40 kg/(E*a) um 39 % auf ca. 25 kg/(E*a) sinken.

Tabelle 133: Potenzielle Zusammensetzung und Aufkommen von LVP

Nr.	Stoffgruppe	Aufkommen neu	
		[kg/(E*a)]	Anteil
3	Kunststoffe	17,1	69 %
4	Metalle	3,6	15 %
7-1	Verbundverpackungen	3,7	15 %
	Reststoffe	0,2	1 %
Summe		24,7	100 %

5.4 Weitere Wertstoffe

5.4.1 Wertstoff Glas

Bei getrennt gesammeltem Glas handelt es sich ausschließlich um Verpackungs- bzw. Behälterglas, welches überwiegend im Bringsystem über Depotcontainer gesammelt wird.

Tabelle 134 zeigt die Potenzialbetrachtung für getrennt gesammeltes Glas. Für die Bestimmung des Potenzials wurde das Kreislaufpotenzial für Glasverpackungen bzw. Behälterglas aus Tabelle 12 übernommen und auf den nicht vermeidbaren Anteil umgerechnet. Die Werte für Schicht 1&2 und Schicht 4 werden nach der Einwohnerzahl gewichtet und darüber der Wert für Sachsen berechnet. Der Wert für Sachsen wird mit dem einwohnerspezifischen Aufkommen für 2019 multipliziert.

Tabelle 134: Potenzialbetrachtung für getrennt gesammeltes Glas je Schicht und in Sachsen

Schicht	Gewichtung ¹⁾	Vermeidung ²⁾	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Schicht 1&2	66 %	1 %	96 %	3 %	0 %
Schicht 4	34 %	1 %	96 %	3 %	0 %
Sachsen	100 %	1 %	96 %	3 %	0 %
Aufkommen ³⁾ [kg/(E*a)]	25,0	0,25	24,0	0,75	0

1) Gewichtung nach Einwohnerzahl, basierend auf Tabelle 5

2) Werte für Schicht 1&2 und Schicht 4 aus Tabelle 12

3) Daten aus Tabelle 87

Nach Abzug des vermeidbaren Anteils liegt das getrennt erfasste Aufkommen an Glas bei 24,8 kg/(E*a).

Wird das erschließbare Potenzial im Restabfall vollständig genutzt, geht der nicht vermeidbare Anteil von 1,7 kg/(E*a) Glasverpackungen aus dem Restabfall in die getrennte Sammlung über. Dazu kommt der nicht vermeidbare Anteil an Glas aus den LVP von 0,8 kg/(E*a)

Das über diesen Ansatz ermittelte Aufkommen an Glas läge bei 27,3 kg/(E*a) in Sachsen.

5.4.2 Wertstoff Papier, Pappe und Kartonagen

Da sich getrennt gesammeltes PPK in der Zusammensetzung von PPK aus dem Restabfall unterscheidet, wird die Zusammensetzung aus Dornbusch et al. (2019) übernommen und mit der Potenzialbetrachtung für PPK (siehe Kapitel 3.4.2) verrechnet. Der PPK-Wert wird danach mit dem einwohnerspezifischen Aufkommen in Sachsen für 2019 multipliziert (Tabelle 135). Nach Abzug des vermeidbaren PPK-Anteils liegt das getrennt erfasste Aufkommen an PPK bei 60,2 kg/(E*a).

Tabelle 135: Potenzialbetrachtung für getrennt gesammelte PPK

Nr.	Stoffgruppe	Anteil ¹⁾	Vermeidung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
2-1	PPK-Verpackungen	30 %	2 %	86 %	12 %	0,20 %
2-2	Druckerzeugnisse	60 %	21 %	59 %	20 %	
2-3	Sonstige PPK	7 %			100 %	
	Störstoffe	3 %			50 %	50 %
2	PPK	100 %	13 %	61 %	24 %	2 %
	Aufkommen ²⁾ [kg/(E*a)]	69,3	9,1	42,3	16,8	1,1

1) Dornbusch et al. (2019)

2) Daten aus Tabelle 87

Wird das erschließbare Potenzial im Restabfall vollständig genutzt, geht der nicht vermeidbare Anteil von 1,6 kg/(E*a) PPK-Verpackungen und Druckerzeugnissen aus dem Restabfall in die getrennte Sammlung über. Dazu kommen die nicht vermeidbaren PPK-Anteile aus den LVP von 2,1 kg/(E*a).

Das über diesen Ansatz ermittelte Aufkommen an PPK läge bei 69,3 kg/(E*a) in Sachsen.

5.4.3 Wertstoff Kunststoffe

In Tabelle 136 ist die Potenzialbetrachtung für getrennt gesammelte Kunststoffe dargestellt. Aus Tabelle 74 wurde der vermeidbare Anteil an Kunststoffen übernommen. Für die Bestimmung des Potenzials wird das Kreislaufpotenzial für sonstige Kunststoffe aus Tabelle 18 auf den nicht vermeidbaren Anteil umgerechnet. Die Werte für Schicht 1&2 und Schicht 4 werden nach der Einwohnerzahl gewichtet und darüber der Wert für Sachsen berechnet. Der Wert für Sachsen wird mit dem einwohnerspezifischen Aufkommen für 2019 multipliziert.

Im Ergebnis verändert sich das Aufkommen an getrennt erfassten Kunststoffen durch die Nutzung des Vermeidungspotenzials nur sehr geringfügig.

Tabelle 136: Potenzialbetrachtung für getrennt gesammelte Kunststoffe je Schicht und in Sachsen

Schicht	Gewichtung ¹⁾	Vermeidung ²⁾	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Schicht 1&2	66 %	2 %	61 %	37 %	0,1 %
Schicht 4	34 %	6 %	58 %	36 %	0,1 %
Sachsen	100 %	3 %	60 %	37 %	0,1 %
Aufkommen ³⁾ [kg/(E*a)]	0,4	< 0,05	0,2	0,1	< 0,05

1) Gewichtung nach Einwohnerzahl, basierend auf Tabelle 5

2) Werte für Schicht 1&2 und Schicht 4 aus Tabelle 74

3) Daten aus Tabelle 87

5.4.4 Wertstoff Metalle

In Tabelle 137 ist die Potenzialbetrachtung für getrennt gesammelte Kunststoffe dargestellt. Aus Tabelle 74 wurde der vermeidbare Anteil an Metallen übernommen. Für die Bestimmung des Potenzials wird das Kreislaufpotenzial für sonstige Metalle aus Tabelle 20 auf den nicht vermeidbaren Anteil umgerechnet. Die Werte für Schicht 1&2 und Schicht 4 werden nach der Einwohnerzahl gewichtet und darüber der Wert für Sachsen berechnet. Der Wert für Sachsen wird mit dem einwohnerspezifischen Aufkommen für 2019 multipliziert. Nach Abzug des vermeidbaren Anteils liegt das getrennt erfasste Aufkommen von Metallen bei potenziell 23,8 kg/(E*a).

Tabelle 137: Potenzialbetrachtung für getrennt gesammelte Metalle je Schicht und in Sachsen

Schicht	Gewichtung ¹⁾	Vermeidung ²⁾	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Schicht 1&2	66 %	2 %	92 %	0 %	7 %
Schicht 4	34 %	15 %	79 %	0 %	6 %
Sachsen	100 %	6 %	87 %	0 %	7 %
Aufkommen ³⁾ [kg/(E*a)]	25,4	1,6	22,2	0	1,7

1) Gewichtung nach Einwohnerzahl, basierend auf Tabelle 5

2) Werte für Schicht 1&2 und Schicht 4 aus Tabelle 74

3) Daten aus Tabelle 87

Durch den Zustrom der nicht vermeidbaren Metall-Anteile aus dem LVP von 0,3 kg/(E*a) würde das Aufkommen auf 24,0 kg/(E*a) steigen.

5.4.5 Wertstoff Textilien

In Tabelle 138 ist die Potenzialbetrachtung für getrennt gesammelte Textilien dargestellt.

Für die Ermittlung des Kreislaufpotenzial der Textilien werden die Werte aus Tabelle 22 übernommen. Das Aufkommen an getrennt gesammelten Textilien lag 2019 in Sachsen bei 8 kg/(E*a). Nach Abzug des vermeidbaren Anteils sinkt das Aufkommen auf 7,1 kg/(E*a).

Tabelle 138: Kreislaufpotenzial von getrennt gesammelten Textilien

	Vermeidung	Vorbereitung zur Wiederverwendung	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Potenzial ¹⁾	16 %	52 %	22 %	7 %	3 %
Aufkommen ²⁾ [kg/(E*a)]	1,3	4,4	1,8	0,6	0,3

1) Daten aus Tabelle 22

2) Aufkommen aus Tabelle 87

Wird das erschließbare Potenzial im Restabfall vollständig genutzt, geht der nicht vermeidbare Anteil von 2,2 kg/(E*a) Textilien aus dem Restabfall in die getrennte Sammlung über. Beim nicht vermeidbaren Anteil aus dem LVP ist nicht bekannt, wie hoch der Anteil der über den Restabfall zu entsorgenden Textilien ist.

Das über diesen Ansatz ermittelte Aufkommen getrennt erfasster Textilien läge bei 9,2 kg/(E*a) in Sachsen.

5.4.6 Wertstoff Holz/Kork

In Tabelle 139 ist die Potenzialbetrachtung für getrennt gesammeltes Holz/Kork dargestellt. Aus Tabelle 74 wird der vermeidbare Anteil an Metallen übernommen. Für die Bestimmung des Potenzials wird das Kreislaufpotenzial für Holz aus Tabelle 23 auf den nicht vermeidbaren Anteil umgerechnet. Die Werte für Schicht 1&2 und Schicht 4 werden nach der Einwohnerzahl gewichtet und darüber der Wert für Sachsen berechnet. Der Wert für Sachsen wird mit dem einwohnerspezifischen Aufkommen für 2019 multipliziert.

Tabelle 139: Potenzialbetrachtung für getrennt gesammeltes Holz/Kork je Schicht und in Sachsen

Schicht	Gewichtung ¹⁾	Vermeidung ²⁾	Recycling	sonstige Verwertung	Beseitigung
Schicht 1&2	66 %	8 %	23 %	69 %	0 %
Schicht 4	34 %	10 %	22 %	67 %	0 %
Sachsen	100 %	9 %	23 %	69 %	0 %
Aufkommen ³⁾ [kg/(E*a)]	7,3	0,6	1,7	5,0	-

1) Gewichtung nach Einwohnerzahl, basierend auf Tabelle 5

2) Werte für Schicht 1&2 und Schicht 4 aus Tabelle 74

3) Daten aus Tabelle 87

Nach Abzug des vermeidbaren Anteils läge das getrennt erfasste Aufkommen an Holz bei 6,7 kg/(E*a).

5.4.7 Zusammenfassung weitere Wertstoffe

In Tabelle 140 ist das Aufkommen an weiteren Wertstoffen in Sachsen in 2019 dem potenziellen Aufkommen nach Abzug des vermeidbaren Anteils gegenübergestellt. Aufgrund des hohen Vermeidungspotenzials könnte das getrennt erfasste Aufkommen von weiteren Wertstoffen um ca. 4 kg/(E*a) bzw. 3 % sinken.

Tabelle 140: Zusammensetzung der weiteren Wertstoffe in Sachsen 2019 und nach Nutzung des Vermeidungspotenzials

Nr.	Stoffgruppe	2019		Zukunft	
		[kg/(E*a)]	Anteil	[kg/(E*a)]	Anteil
Weitere Wertstoffe		135,9	100 %	131,6	100 %
1	Glas	25,0	18 %	27,3	21 %
2	PPK	69,3	51 %	63,9	49 %
3	Kunststoffe	0,4	0 %	0,4	0 %
4	Metalle	25,4	19 %	24,0	18 %
5	Textilien/Schuhe, Leder	8,4	6 %	9,2	7 %
6	Holz/Kork	7,3	5 %	6,7	5 %
7-2	Reifen	0,1	0 %	0,1	0 %

5.5 Sperrige Abfälle

Basierend auf den Ergebnissen der Wertstoffhof-Befragung wird das Vermeidungspotenzial für die sperrigen Abfälle berechnet. Zunächst wird für die einzelnen Schichten das zukünftige Aufkommen berechnet. Dieses wird anschließend über die Einwohnerzahl (siehe Daten aus Tabelle 5) gewichtet und auf Sachsen umgerechnet.

Es wird angenommen, dass alle mit den sperrigen Abfällen abgegebenen EAG zukünftig über die getrennte Sammlung erfasst werden. Der Anteil der EAG sinkt daher in allen Schichten auf Null.

Das Ergebnis des ermittelten Aufkommens an sperrigen Abfällen nach Abzug des vermeidbaren Anteils für Schicht 1&2 ist in Tabelle 141 und für Schicht 4 in Tabelle 142 zusammengefasst.

Tabelle 141: Aufkommen von sperrigen Abfällen nach Abzug des vermeidbaren Anteils in Schicht 1&2 in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	Aufkommen 2019 ¹	Anteil vermeidbar ²	Aufkommen Zukunft
sperrige Abfälle		32,8		29,2
1	Glas	0,2	3 %	0,2
2	PPK	< 0,05	0 %	< 0,05
3	Kunststoffe	0,5	2 %	0,5
4	Metalle	2,5		2,5
4-1	Fe-Metalle	2,5	2 %	2,4
4-2	NE-Metalle	< 0,05	0 %	< 0,05
5	Textilien/Teppiche	1,5	20 %	1,2
6	Holz/Kork	14,1	8 %	13,0
7	Verbunde	13,2		11,2
7-2	Sonstige Verbundmaterialien	11,7		11,2
7-2-1	Holzanteil 25-50 %	4,3	0 %	4,3
7-2-2	Matratzen	2,0	0 %	2,0
7-2-3	Polstermöbel	4,8	8 %	4,5
7-2-4	Sonstige	0,6	19 %	0,5
7-3	EAG	1,5		
12	Sonstige Abfälle	0,9	21 %	0,7

1) Daten aus Tabelle 63

2) vermeidbarer Anteil der sperrigen Abfälle im ländlichen Gebiet aus Tabelle 74

Tabelle 142: Aufkommen von sperrigen Abfällen nach Abzug des vermeidbaren Anteils in Schicht 4 in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	Aufkommen 2019 ¹	Anteil vermeidbar ²	Aufkommen Zukunft
sperrige Abfälle		22,6		20,7
1	Glas	0,2	25 %	0,2
2	PPK	0	0 %	0
3	Kunststoffe	2,0	6 %	1,8
4	Metalle	1,0		0,8
4-1	Fe-Metalle	0,9	17 %	0,7
4-2	NE-Metalle	0,1	1 %	0,1
5	Textilien/Teppiche	3,1	4 %	2,9
6	Holz/Kork	10,3	10 %	9,2
7	Verbunde	6,1		6,1
7-2	Sonstige Verbundmaterialien	6,0		6,0
7-2-1	Holzanteil 25-50 %	0,1	0 %	0,1
7-2-2	Matratzen	1,3	0 %	1,3
7-2-3	Polstermöbel	4,0	9 %	3,7
7-2-4	Sonstige	0,6	4 %	0,6
7-3	EAG	< 0,05		
12	Sonstige Abfälle	< 0,05	0 %	< 0,05

1) Daten aus Tabelle 63

2) vermeidbarer Anteil der sperrigen Abfälle im städtischen Gebiet aus Tabelle 74

In Schicht 1&2 sinkt das Aufkommen nach Abzug des vermeidbaren Anteils um 3,6 kg/(E*a) und in Schicht 4 um 1,9 kg/(E*a), wenn das Vermeidungspotenzial für sperrige Abfälle genutzt wird.

Tabelle 143 zeigt das neue Aufkommen an sperrigen Abfällen nach Abzug des vermeidbaren Anteils als Gesamtergebnis für Sachsen.

Tabelle 143: Aufkommen von sperrigen Abfällen nach Abzug des vermeidbaren Anteils in Sachsen in [kg/(E*a)]

Nr.	Stoffgruppe	Aufkommen 2019 ¹	Aufkommen Zukunft ²	Anteil vermeidbar
sperrige Abfälle		29,3	26,3	10 %
1	Glas	0,2	0,2	11 %
2	PPK	< 0,05	< 0,05	0 %
3	Kunststoffe	1,0	0,9	5 %
4	Metalle	2,0	1,9	4 %
4-1	Fe-Metalle	1,9	1,8	4 %
4-2	NE-Metalle	< 0,05	< 0,05	1 %
5	Textilien/Teppiche	2,0	1,8	12 %
6	Holz/Kork	12,8	11,8	8 %
7	Verbunde	10,8	9,3	13 %
7-2	Sonstige Verbundmaterialien	9,8	9,3	5 %
7-2-1	Holzanteil 25-50 %	2,8	2,8	0 %
7-2-2	Matratzen	1,7	1,7	0 %
7-2-3	Polstermöbel	4,6	4,2	8 %
7-2-4	Sonstige	0,6	0,5	14 %
7-3	EAG	1,0	0	100 %
12	Sonstige Abfälle	0,6	0,4	21 %

1) Daten aus Tabelle 66

2) gewichtetes Mittel aus Tabelle 141 und Tabelle 142

Insgesamt könnten in Sachsen 10 % des Aufkommens an sperrigen Abfällen vermieden werden, wenn das Vermeidungspotenzial für sperrige Abfälle genutzt wird. Dies entspricht 3,0 kg/(E*a).

5.6 Elektro- und Elektronikaltgeräte

Die Untersuchungsergebnisse wie beispielsweise die durchgeführte Wertstoffhof-Befragung stellen eine Momentaufnahme für das Jahr 2019 dar. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Vermeidungswirkung der EAG auf eine Verlängerung der Nutzungsdauer abstellt und die EAG jedoch erst zu einem späteren Zeitpunkt entsorgt werden. Zudem kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Wirkung von Maßnahmen, welche sich beispielsweise aus der Umsetzung des novellierten ElektroG ergeben, bei der ausschließlich stoffstromorientierten Betrachtung nicht abgeschätzt werden.

Die Ergebnisse der Wertstoffhof-Befragung in Sachsen wurden, da auf keine andere Untersuchungen Studien oder Literatur zurückgegriffen werden konnte, für die Ermittlung des Vermeidungspotenzials an EAG in Sachsen herangezogen.

In Tabelle 144 wurde für Schicht 1&2 und Schicht 4 jeweils das veränderte Aufkommen nach Abzug des vermeidbaren Anteils dargestellt. In Schicht 1&2 sinkt das EAG-Aufkommen um 2,1 kg/(E*a) und in Schicht 4 um 1,0 kg/(E*a).

Tabelle 144: Aufkommen von EAG nach Abzug des vermeidbaren Anteils je Schicht in [kg/(E*a)]

Sammelgruppe	Schicht 1&2			Schicht 4		
	2019 ¹	vermeidbar ²	Zukunft	2019 ¹	vermeidbar ³	Zukunft
7-3 EAG	10,1		8,0	7,4		6,4
SG 1: Wärmeüberträger	1,7	17 %	1,4	1,4	16 %	1,2
SG 2: Bildschirme	1,4	9 %	1,2	1,1	13 %	1,0
SG 3: Lampen	0,1	0 %	0,1	0,1	0 %	0,1
SG 4: Großgeräte	3,4	24 %	2,6	2,0	13 %	1,7
SG 5: Kleingeräte	3,5	23 %	2,7	2,8	15 %	2,3
SG 6: Photovoltaikmodule	0	0 %	0	0	0 %	0

1) Daten aus Tabelle 76

2) Daten aus Tabelle 86 (ländliche Gebiete)

3) Daten aus Tabelle 86 (städtische Gebiete)

Tabelle 145 zeigt das neue Aufkommen an EAG nach Abzug des vermeidbaren Anteils als Gesamtergebnis für Sachsen. Für die Berechnung des neuen Aufkommens für Sachsen werden die Werte der beiden Schichten nach der Einwohnerzahl gemäß Tabelle 3 gewichtet. Schicht 1&2 stellt 66 % und Schicht 4 34 % der sächsischen Einwohner 2019 dar.

Tabelle 145: Aufkommen von EAG nach Abzug des vermeidbaren Anteils in Sachsen in [kg/(E*a)]

Sammelgruppe	Aufkommen 2019 ¹	Aufkommen Zukunft	Anteil	Aufkommen vermeidbar	Anteil vermeidbar
7-3 EAG	9,2	7,5	100 %	1,7	18 %
SG 1: Wärmeüberträger	1,6	1,3	18 %	0,3	17 %
SG 2: Bildschirme	1,3	1,2	15 %	0,1	10 %
SG 3: Lampen	0,1	0,1	1 %		0 %
SG 4: Großgeräte	2,9	2,3	31 %	0,6	21 %
SG 5: Kleingeräte	3,2	2,6	34 %	0,7	21 %
SG 6: Photovoltaikmodule	< 0,05	< 0,05	< 0,05 %		0 %

1) Daten aus Tabelle 76

Insgesamt könnten 18 % der EAG vermieden werden. Das entspricht 1,7 kg/(E*a).

Aus den sperrigen Abfällen gehen zusätzlich 1,0 kg/(E*a) EAG in die getrennte Sammlung über. Es wird angenommen, dass davon ebenfalls 18 % vermieden werden können. Es verbleiben 0,8 kg/(E*a). Weitere 0,5 kg/(E*a) nicht vermeidbare EAG stammen aus dem erschließbaren Potenzial des Restabfalls.

Dadurch würde das getrennt erfasste EAG-Aufkommen um 0,8 kg/(E*a) auf 8,8 kg/(E*a) steigen. Das Aufkommen würde im Vergleich zu 2019 um 0,4 kg/(E*a) sinken.

6 Vergleich mit den Ergebnissen der bundesweiten Hausmüllanalyse

6.1 Restabfall

Tabelle 146: Hochgerechnete Mengen des Restabfalls aus privaten Haushalten in Sachsen im Vergleich zur bundesweiten Hausmüllanalyse 2018

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Deutschland ¹⁾	Sachsen	Deutschland ¹⁾
		[Gew.-%]		[kg/(E*a)]	
1	Glas	4,5	4,6	4,6	5,8
2	PPK	4,4	5,2	4,5	6,6
3	Kunststoffe	6,5	6,7	6,7	8,6
4	Metalle	2,2	2,0	2,2	2,6
5	Textilien/Schuhe, Leder	4,5	3,5	4,5	4,5
6	Holz/Kork	1,0	1,3	1,0	1,6
7	Verbunde	5,9	4,3	6,0	5,5
8	Hygieneprodukte	13,0	13,5	13,2	17,3
9	Inertmaterial	4,0	3,9	4,1	5,0
10	Organische Abfälle	37,0	39,3	37,6	50,4
11	Problem-/Schadstoffe	0,8	0,5	0,8	0,7
12	Sonstige Abfälle	2,4	8,9	2,5	11,4
14	Fraktion 0 bis 10 mm	13,8	6,3	14,1	8,1
Summe		100	100	101,6	128,2

1) Dornbusch et al. (2020) [Tabelle 11, Seite 93].

6.2 Sperrige Abfälle

Tabelle 147: Hochgerechnete Mengen sperriger Abfälle aus privaten Haushalten in Sachsen im Vergleich zur bundesweiten Hausmüllanalyse 2018

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Deutschland ¹⁾	Sachsen	Deutschland ¹⁾
		[Gew.-%]		[kg/(E*a)]	
1	Glas	0,7	--	0,2	--
2	PPK	< 0,05	--	< 0,05	--
3	Kunststoffe	3,4	4,7	1,0	1,6
4	Metalle	6,7	6,9	2,0	2,4
5	Textilien/Schuhe, Leder	6,8	8	2,0	2,7
6	Holz/Kork	43,7	45,3	12,8	15,4
7	Verbunde	36,7	32,4	10,8	10,9
8	Hygieneprodukte	--	--	--	--
9	Inertmaterial	0	--	0	--
10	Organische Abfälle	0	--	0	--
11	Problem-/Schadstoffe	0	--	0	--
12	Sonstige Abfälle	1,9	2,6	0,6	0,9
Summe		100	100	29,3	33,9

„--“ keine ausreichenden Daten/in anderer Stoffgruppe enthalten

1) Dornbusch et al. (2020), [Tabelle 43, Seite 135; zum Teil aggregiert für Vergleichbarkeit]

7 Fazit

Die durchgeführte Potenzialanalyse zeigt, dass für verschiedene Abfallfraktionen erhebliche Potenziale bei der Abfallvermeidung und der Steigerung der Getrennterfassung bestehen. Ausgehend vom Jahr 2019 betrifft dies insbesondere den Restabfall, welcher um -28 % reduziert werden könnte. Dagegen könnte das Biogut um +83 % gesteigert werden. Während bei Restabfall durch die Abschöpfung von organischer Fraktion und Wertstoffen durch die Getrennterfassung eine Verringerung erzielt werden kann, spielt beim Biogut insbesondere die Erhöhung des Anschlussgrades der Einwohner an die Bio-tonne eine Rolle.

Im Falle der sperrigen Abfälle, der LVP, der EAG sowie der weiteren Wertstoffe ergeben sich auf Basis der vorliegenden stoffstrombasierten Betrachtung Verringerungen der getrennt erfassten Stoffströme durch Nutzung des vorhandenen Vermeidungspotenzials. Sperrige Abfälle könnten um 10 %, LVP um 39 %, EAG um 18 % und weitere Wertstoffe um 3 % reduziert werden.

Im Falle der LVP ergibt sich die Verringerung der getrennt erfassten Menge durch den hohen Fehlwurfanteil. Diese Fehlwürfe aus unterschiedlich, bestehenden Abfallarten könnten über die dafür etablierten Tonnensysteme in den Haushalten wie Rest-, Papier- und Bioabfallbehälter, für Glasverpackungen über die im öffentlichen Raum verfügbaren Sammelcontainer sowie den Entsorgungsangeboten der öRE im Hol- und Bringsystem getrennt gesammelt werden.

Die vorliegenden Untersuchungen liefern die statistisch abgesicherte Datengrundlage für die Entwicklung stoffstromspezifischer Strategien für die Erhöhung der Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung und stofflichen Verwertung von Abfällen in Sachsen. Im Rahmen der Teile B und C des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens fließen die in diesem Teil A ermittelten Ergebnisse ein.

Literaturverzeichnis

- ARGUS GMBH; ÖKO-INSTITUT E. V.; HTP GMBH & Co. KG (2019): Schlussbericht zum Projekt "Umsetzung von Neuregelungen zur Statistik im europäischen Abfallrecht" FKZ: UM17333080. BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.
<https://www.bmuv.de/forschungsbericht/umsetzung-von-neuregelungen-zur-statistik-im-europaeischen-abfallrecht>
- BURGER, A.; CAYÉ, N.; JAEGERMANN, C.; SCHÜLER, K. (2021): Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2019. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. Texte 148/2021
- bvse (2020): Textilstudie 2020 – Bedarf, Konsum, Wiederverwendung und Verwertung von Bekleidung und Textilien in Deutschland. bvse- Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e. V., Bonn. <https://www.bvse.de/gut-informiert-textil-recycling/studie-2020.html>
- DORNBUSCH, H.J.; SANTJER, M; HANNES, L.; OELGEMÖLLER, D. (2019): Bestimmung des Verpackungsanteils im getrennt erfassten Altpapiergemisch im Sammelbehälter/ Erfassungssystem – Endbericht. INFA - Institut für Abfall, Abwasser und Infrastruktur-Management GmbH, Ahlen und VKU – Verband Kommunalen Unternehmen e. V.
https://www.vku.de/fileadmin/user_upload/Verbandsseite/Themen/Infrastruktur_und_Dienstleistungen/INFA-Gutachten_Endbericht_bundesweite_PPK-Analyse.pdf?sword_list%5B%5D=reiche&no_cache=1 (16.09.2021)
- DORNBUSCH, H.J.; HANNES, L.; SANTJER, M; BÖHM, C.; WÜST, S.; ZWIESELE, B.; KERN, M; SIEPENKOTHEN, H.J.; KANTHAK, M. (2020): Vergleichende Analyse von Siedlungsrestabfällen aus repräsentativen Regionen in Deutschland zur Bestimmung des Anteils an Problemstoffen und verwertbaren Materialien. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. Texte 113/2020.
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/vergleichende-analyse-von-siedlungsrestabfaellen> (20.10.2021)
- FORTI, V.; BALDÉ, C.P.; KUEHR, R. (2018): E-waste Statistics: Guidelines on Classifications, Reporting and Indicators. United Nations University, 2. Auflage 2018. ISBN 978-92-808-9067-9.
<https://collections.unu.edu/view/UNU:6477#viewMetadata>
- GfK (2021): Systematische Erfassung des Lebensmittelabfalls der privaten Haushalte in Deutschland - Schlussbericht 2020. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.
https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/Lebensmittelverschwendung/GfK-Analyse-2020.html (09.11.2021)
- Greenpeace (2015): Wegwerfbare Kleidung - Repräsentative Greenpeace-Umfrage zu Kaufverhalten, Tragedauer und der Entsorgung von Mode.
<https://www.greenpeace.de/presse/publikationen/wegwerfware-kleidung> (18.03.2021)
- GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH (2020): Recycling-Bilanz für Verpackungen - Berichtsjahr 2019.
https://gvmonline.de/files/recycling/Recycling_2019_Zusammenfassung%20Ergebnisse.pdf

- GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH (2018): Abfallaufkommen durch Einweggeschirr und andere Verpackungen für den Sofortverzehr. NABU Naturschutzbund, Mainz. https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/abfallpolitik/181022_gvm-studie_einweggeschirr_sofortverzehr.pdf (11.01.2021)
- GVM Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH (2018): Recycling-Bilanz für Verpackungen - Berichtsjahr 2017. https://gvmonline.de/files/recycling/Recycling_2017_Zusammenfassung_Ergebnisse.pdf (17.09.2021)
- HÜBSCH, H. (2021): Systematische Erfassung des Lebensmittelabfalls der privaten Haushalte in Deutschland - Schlussbericht 2020. GfK SE. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Berlin. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/Lebensmittelverschwendung/GfK-Analyse-2020.html
- INTECUS (2016): Richtlinie zur einheitlichen Abfallanalytik in Sachsen - Sächsische Sortierrichtlinie 2014 und Ergänzung zu Lebensmittelabfällen (2016). Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Freistaat Sachsen. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23865>
- KREBS, T.; PUTZ, H.-J.; SCHABEL, S. (2019): Neue Methoden zur Erfassung der Altpapierqualität hinsichtlich der Kriterien der Neufassung der DIN EN 643 zur Charakterisierung der Altpapiersorten. Schabel, S. (Hrsg.) Fachgebiet Papierfabrikation und Mechanische Verfahrenstechnik (Urheber), Technische Universität Darmstadt. <http://tubiblio.ulb.tu-darmstadt.de/118428/> (17.09.2021)
- LFULG (2020) ZINKLER, S.; RITSCHER, M.; ARTHEN, A.: Siedlungsabfallbilanz 2019. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Freistaat Sachsen <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/36846>
- LÖHLE, S.; SCHMIEDEL, U.; BARTNICK, S. (2020): Analyse der Datenerhebung nach ElektroG und UStatG über das Berichtsjahr 2018 zur Vorbereitung der EU-Berichtspflichten 2020. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. Texte 135/2020. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-07-15_texte_135-2020_eag-daten2018.pdf
- NABU (2020): Kunststoffabfälle in Deutschland 2019 – Aufkommen, Steigerung, Trends. NABU (Naturschutzbund Deutschland) e. V., Berlin. 5. Auflage 11/2020. <https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/abfall-und-recycling/22033.html> (19.03.2021)
- POTRYKUS, A.; ZOTZ, F.; AIGNER, J.F.; WEIßENBACHER, J.; BURGSTALLER, M.; ABRAHAM, V.; MERZOUG, L.; THOME, V.; DITTRICH, S.; LEISS, N. (2021): Prüfung möglicher Ansätze zur Stärkung des Recyclings, zur Schaffung von Anreizen zur Verwendung recycelbarer Materialien und zur verursachergerechten Zuordnung von Entsorgungskosten im Bereich der Bauprodukte – Abschlussbericht. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. Texte 05/2021. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/pruefung-moeglicher-ansaetze-zur-staerkung-des>

- PUTZ, H.-J.; SCHABEL, S. (2018): Der Mythos begrenzter Faserlebenszyklen. In: PTS-Fachtagung "Altpapier im Fokus - Sicherung des Recyclings durch innovative Technologien und Nutzungskonzepte", S. 32-51.
- SCHMIEDEL, U.; LÖHLE, S.; BARTNIK, S. (2018): Verbraucherumfrage zum Entsorgungsverhalten von Elektro(nik)altgeräten. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. Texte 92/2018.
<https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/verbraucherumfrage-entsorgungsverhalten-von>
- SCHÜLER, K. (2020): Aufkommen und Verwertung von Verpackungsabfällen in Deutschland im Jahr 2018. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. Texte 166/2020.
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/aufkommen-verwertung-von-verpackungsabfaellen-in-13>
- StLA (2021a): Abfallerzeugung im Freistaat Sachsen 2018. Statistisches Landesamt des Freistaats Sachsen. <https://www.statistik.sachsen.de/html/abfallerzeugung.html>
- StLA (2021b): Behandlung und Beseitigung von Abfällen in Abfallentsorgungsanlagen im Freistaat Sachsen 2019. Statistisches Landesamt des Freistaats Sachsen.
<https://www.statistik.sachsen.de/html/abfallentsorgungsanlagen.html>
- ROSE, R.; SACK, N.; NOTHACKER, K.; GASSMAN, A. (2019): Recycling von Flachglas im Bauwesen – Analyse des Ist-Zustandes und Ableitung von Handlungsempfehlungen. Fraunhofer IRB Verlag. ISBN 978-3-7388-0459-1
- UBA (2021a): Altbatterien 2019. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/altbatterien#geratebatteriemarkt-masse-der-lithium-sekundarbatterien-stieg-wie-im-jahr-zuvor-starker-als-jedes-andere-batteriesystem-an>
- UBA (2021b): Kunststoffabfälle. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.
<https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/kunststoffabfaelle#kunststoffe-produktion-verwendung-und-verwertung>
- WAGNER, J.; GÜNTHER, M.; RHEIN, H.-B.; MEYER, P. (2018): Analyse der Effizienz und Vorschläge zur Optimierung von Sammelsystemen (Hol- und Bringsysteme) der haushaltsnahen Erfassung von Leichtverpackungen und stoffgleichen Nichtverpackungen auf der Grundlage vorhandener Daten. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau. Texte 37/2018.
<https://www.umweltbundesamt.de/en/publikationen/analyse-der-effizienz-vorschlaege-zur-optimierung>
- WAGNER, J.; KÜGLER, T.; HEIDRICH, K.; BAUMANN, J.; GÜNTHER, M.; DORNACK, C.; GRUNDMANN, V.; ZENTNER, A.; LANGE, U.; ZEHR, A.; HEINKE, K.; MITSCHKE, M.; ZINKLER, S.; SCHOLZ, H. (2012): Potenzial biogener Abfälle im Freistaat Sachsen. Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, LfULG-Schriftenreihe 10/2012.

Anhang

Anhang 1 Zusammensetzung der untersuchten Siedlungsabfälle aus privaten Haushalten in Sachsen

Anhang 1.1 Restabfall

Tabelle A 1: Zusammensetzung des Restabfalls aus privaten Haushalten in Sachsen 2019 [%]

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
1	Glas	4,5	3,3	5,0	5,7
1-1	Glasverpackungen/Behälterglas	3,4	2,4	3,2	4,7
1-2	Glas-Nichtverpackungen	0,8	0,5	1,4	0,7
1-3	Glas 10-40 mm	0,3	0,3	0,4	0,2
2	Papier/Pappe/Kartonagen (PPK)	4,4	2,0	4,3	7,3
2-1	PPK-Verpackungen	1,8	0,8	1,8	2,8
2-2	Druckerzeugnisse	1,5	0,5	1,6	2,5
2-3	Sonstige PPK	0,9	0,4	0,7	1,6
2-4	PPK 10-40 mm	0,3	0,3	0,2	0,3
3	Kunststoffe	6,5	5,2	6,7	8,1
3-1	Kunststoffverpackungen	4,0	3,8	3,7	4,5
3-1-1	Kunststoffverpackungsfolien	1,5	1,6	1,2	1,6
3-1-2	Kunststoffverpackungen (Hartkunststoffe)	2,1	1,8	2,2	2,4
3-1-3	Kunststoffverpackungen als Mülltüten (Einweg-Taschen)	0,3	0,3	0,2	0,3
3-1-4	Schaumstoffverpackungen	0,2	0,1	0,2	0,2
3-1-5	Kunststoffverpackungen, nicht differenziert	0	0	0	0
3-2	Sonstige Kunststoffe	2,5	1,4	3,0	3,6
3-2-1	Sonstige Kunststoffe, Gebrauchsgegenstände	1,5	0,5	2,0	2,2
3-2-2	Abfallsäcke und -tüten keine Verpackungen	0,7	0,6	0,7	0,8
3-2-3	Kunststoffe 10-40 mm	0,4	0,2	0,2	0,6
4	Metalle	2,2	1,5	3,2	2,3
4-1	Fe-Metallverpackungen	0,6	0,5	0,8	0,7
4-2	Nichteisen (NE) Verpackungen	0,3	0,3	0,4	0,3
4-3	Fe-Metalle, Gebrauchsgegenstände	0,7	0,4	1,1	0,7
4-4	NE-Metalle, Gebrauchsgegenstände	0,2	0,1	0,5	0,3
4-5	Metalle 10-40 mm	0,3	0,2	0,4	0,2
4-5-1	Fe-Metalle 10-40 mm	0,2	0,2	0,3	0,1
4-5-2	NE-Metalle 10-40 mm	0,1	0,1	0,1	0,1

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
5	Textilien/Schuhe, Leder	4,5	3,8	6,3	4,1
5-1	Bekleidungstextilien	1,8	1,4	2,2	1,9
5-2	Sonstige Textilien	1,7	1,5	2,2	1,5
5-3	Altschuhe, Leder	1,0	0,8	1,8	0,6
5-4	Textilien/Schuhe, Leder 10-40 mm	< 0,05	0,1	< 0,05	< 0,05
6	Holz/Kork	1,0	0,6	1,4	1,0
6-1	Holz/Kork	0,9	0,5	1,3	1,0
6-2	Holz/Kork 10-40 mm	0,1	0,1	0,1	< 0,05
7	Verbunde	5,9	4,0	8,2	6,7
7-1	Verbundverpackungen	0,7	0,4	1,1	0,8
7-2	Sonstige Verbundmaterialien	4,1	2,5	5,5	5,0
7-3	Elektro- und Elektronikaltgeräte (EAG)	0,9	0,7	1,4	0,8
7-4	Verbunde 10-40 mm	0,3	0,4	0,2	0,1
8	Hygieneprodukte	13,0	13,0	12,7	13,2
8-1	Hygienepapiere, nicht als PPK verwertbar	3,8	3,7	3,2	4,3
8-2	Windeln/ Sonstige Hygieneprodukte	8,9	9,3	9,3	8,3
8-3	Hygieneprodukte 10-40 mm	0,3	< 0,05	0,2	0,6
9	Inertmaterial	4,0	4,5	6,0	2,1
9-1	Inertmaterial	3,5	3,8	5,3	2,0
9-2	Inertmaterial 10-40 mm	0,5	0,7	0,7	0,2
10	Organische Abfälle	37,0	44,3	26,6	35,2
10-1	Küchen-/Nahrungsabfälle	19,9	19,7	16,8	22,2
10-1-1	Küchenabfälle	7,1	6,2	5,9	9,0
10-1-2	Nahrungsabfälle	7,0	6,9	6,4	7,4
10-1-3	Verpackte Lebensmittel	5,8	6,6	4,4	5,8
10-2	Gartenabfälle	4,7	4,7	4,9	4,5
10-3	Sonstige Organik (z. B. Kleintierstreu)	1,0	0,6	0,2	1,8
10-4	Organik 10-40 mm	11,4	19,3	4,7	6,6
11	Problem-/Schadstoffe	0,8	0,9	0,9	0,5
11-1	Batterien	0,1	< 0,05	< 0,05	0,1
11-2	Lacke und Farben	0,1	0,2	< 0,05	0,1
11-3	Quecksilberhaltige Leuchtmittel	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
11-4	Organische Lösungsmittel und Kühlmittel	< 0,05	0	< 0,05	< 0,05
11-5	Arzneimittel	0,1	0,2	0,1	0,1
11-6	Altchemikalien (Reinigungsmittel, Holz-/Pflanzenschutzmittel)	< 0,05	< 0,05	0,1	< 0,05
11-7	Ölabfälle und Abfälle aus flüssigen Brennstoffen	< 0,05	0,1	< 0,05	< 0,05
11-8	Belastete Bauabfälle (z. B. Asbest)	0,2	0,2	0,4	0,1
11-9	Sonstiger schwermetallhaltiger Abfall	0	0	0	0

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Schicht 1	Schicht 2	Schicht 4
11-10	Sonstiges (Problem-/Schadstoffe)	0,1	0,1	< 0,05	< 0,05
11-11	Problem-/Schadstoffe nicht differenziert	0	0	0	0
11-12	Problem-/Schadstoffe 10-40 mm	0,1	< 0,05	0,2	< 0,05
12	Sonstige Abfälle	2,4	2,6	2,2	2,4
12-1	Sonstige Abfälle	0,9	0,9	0,9	0,9
12-2	Sonstige gefüllte Verpackungen	0,7	0,3	1,1	1,0
12-3	Sonstige Abfälle 10-40 mm	0,8	1,4	0,2	0,5
14	Fraktion 0 bis 10 mm	13,8	14,3	16,6	11,4
Summe		100	100	100	100

Anhang 1.2 Biogut

Tabelle A 2: Zusammensetzung des Bioguts aus privaten Haushalten in Sachsen 2019 [%]

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
1	Glas	0,1	0,2	0,1
1-1	Glasverpackungen / Behälterglas	< 0,05	< 0,05	0
1-2	Glas, nicht differenziert	0,1	0,1	< 0,05
1-3	Glas 10-40 mm	< 0,05	< 0,05	< 0,05
2	Papier/Pappe/Kartonagen (PPK)	0,8	1,3	--
2-1	Pappe/Papier/Kartonagen, nicht differenziert	0,7	1,2	--
2-2	PPK 10-40 mm	< 0,05	0,1	--
3	Kunststoffe	0,5	0,5	0,5
3-1	Hartkunststoffe, sonstige Folien	0,1	0,2	--
3-2	Große Beutel > A4, dickwandig	< 0,05	< 0,05	0,1
3-3	Sonstige Beutel (Müllbeutel)	0,1	0,1	0,1
3-4	Kleine Beutel (Hemdchenbeutel)	0,1	< 0,05	0,1
3-5	BAW-Beutel	0,1	0,1	0,1
3-6	Kunststoffe, nicht differenziert	0,1	--	0,2
3-7	Kunststoffe 10-40 mm	< 0,05	< 0,05	0,1
4	Metalle	0,1	0,2	< 0,05
4-1	Fe-Metalle	0,1	0,1	< 0,05
4-2	NE-Metalle	0,1	0,1	< 0,05
4-3	Metall, nicht differenziert	0	--	0
4-4	Metalle 10-40 mm	< 0,05	< 0,05	< 0,05
4-4-1	Fe-Metalle 10-40 mm	< 0,05	< 0,05	< 0,05
4-4-2	NE-Metalle 10-40 mm	< 0,05	< 0,05	< 0,05
4-4-3	Metalle, nicht differenziert 10-40 mm	0	--	0
5	Textilien/Schuhe, Leder	0,1	0,1	--
5-1	Textilien/Schuhe, Leder, nicht differenziert	0,1	0,1	--
5-2	Textilien/Schuhe, Leder 10-40 mm	0	0	--

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
6	Holz/Kork	0,1	0,2	--
6-1	Holz/Kork	0,1	0,2	--
6-2	Holz/Kork 10-40 mm	< 0,05	< 0,05	--
7	Verbunde	0,1	0,2	--
7-1	Verbunde, nicht differenziert	0,1	0,2	--
7-2	Verbunde 10-40 mm	< 0,05	< 0,05	--
8	Hygieneprodukte	1,4	2,3	--
8-1	Hygienepapiere	1,3	2,1	--
8-2	Windeln/ Sonstige Hygieneprodukte	< 0,05	0,1	--
8-3	Hygieneprodukte 10-40 mm	0,1	0,1	--
9	Inertmaterial	0,4	0,5	0,2
9-1	Inertmaterial	0,3	0,5	0,1
9-2	Inertmaterial 10-40 mm	0,1	0,1	0,1
10	Organische Abfälle	74,3	65,1	87,5
10-1	Küchen-/Nahrungsabfälle	24,3	20,5	29,9
10-1-1	Küchenabfälle	17,5	14,3	22,1
10-1-2	Nahrungsabfälle	6,0	5,3	7,1
10-1-3	Verpackte Lebensmittel	0,8	0,9	0,7
10-1-4	Küchen-/Nahrungsabfälle, nicht differenziert	0	--	--
10-2	Gartenabfälle	35,8	38,1	32,5
10-3	Sonstige Organik	0,6	0,1	1,3
10-4	Organische Abfälle, nicht differenziert	0	--	--
10-5	Organische Abfälle 10-40 mm	13,5	6,4	23,8
11	Problem-/Schadstoffe	< 0,05	< 0,05	< 0,05
11-1	Problem-/Schadstoffe, nicht differenziert	< 0,05	< 0,05	< 0,05
11-2	Problem-/Schadstoffe 10-40 mm	< 0,05	< 0,05	0
12	Sonstige Abfälle	0,8	0,4	1,5
12-1	Sonstige Abfälle, nicht differenziert	0,7	0,3	1,1
12-2	Sonstige Abfälle 10-40 mm	0,2	< 0,05	0,4
14	Fraktion 0 bis 10 mm	21,3	28,9	10,2
Summe		100	100	100

„--“ keine ausreichenden Daten/ in anderer Stoffgruppe enthalten

Anhang 1.3 Leichtverpackungen

Tabelle A 3: Zusammensetzung von LVP aus privaten Haushalten in Sachsen 2019 [%]

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
1	Glas	2,1	1,9	2,5
1-1	Glasverpackungen/Behälterglas	1,9	1,7	2,5
1-2	Glas-Nichtverpackungen	0,1	0,1	--
1-3	Glas 10-40 mm	0,1	0,1	0,1
2	Papier/Pappe/Kartonagen (PPK)	5,6	5,2	6,5
2-1	PPK-Verpackungen	4,2	3,9	5,0
2-2	Druckerzeugnisse	1,0	0,9	1,2
2-3	Sonstige PPK	0,3	0,4	0,3
2-4	PPK 10-40 mm	0,1	0,1	0,1
3	Kunststoffe	49,7	53,3	41,1
3-1	Kunststoffverpackungen	38,4	41,4	31,2
3-1-1	Kunststoffverpackungsfolien	15,3	16,3	13,1
3-1-2	Kunststoffverpackungen (Hartkunststoffe)	22,5	24,5	17,8
3-1-3	Kunststoffverpackungen als Mülltüten (Einweg-Taschen)	0,6	0,6	0,4
3-2	Sonstige Kunststoffe	11,2	11,8	9,8
3-2-1	Sonstige Kunststoffe, Gebrauchsgegenstände	8,0	8,6	6,4
3-2-2	Abfallsäcke und -tüten keine Verpackungen	2,2	2,0	2,6
3-2-3	Kunststoffe 10-40 mm	1,1	1,2	0,8
4	Metalle	8,1	9,1	5,9
4-1	Fe-Metallverpackungen	4,8	5,4	3,4
4-2	Nichteisen (NE) Verpackungen	1,6	1,8	1,3
4-3	Fe-Metalle, Gebrauchsgegenstände	0,2	0,2	0,3
4-4	NE-Metalle, Gebrauchsgegenstände	0,4	0,5	0,2
4-5	Metalle 10-40 mm	1,1	1,2	0,8
5	Textilien/Schuhe, Leder	2,0	1,8	2,6
5-1	Bekleidungstextilien	0,8	0,3	2,0
5-2	Sonstige Textilien	1,0	1,3	0,4
5-3	Altschuhe, Leder	0,2	0,2	0,3
5-4	Textilien/Schuhe, Leder 10-40 mm	--	--	--
6	Holz/Kork	0,6	0,2	1,7
6-1	Holz/Kork	0,6	0,1	1,7
6-2	Holz/Kork 10-40 mm	0,1	0,1	< 0,05
7	Verbunde	14,8	15,0	14,3
7-1	Verbundverpackungen	10,3	11,2	8,3
7-2	Sonstige Verbundmaterialien	3,0	3,1	2,8
7-3	Elektro- und Elektronikaltgeräte (EAG)	1,4	0,7	3,3
7-4	Verbunde 10-40 mm	< 0,05	< 0,05	< 0,05

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen	Schicht 1&2	Schicht 4
8	Hygieneprodukte	4,0	4,4	2,9
8-1	Hygienepapiere	2,4	2,6	2,1
8-2	Windeln/ Sonstige Hygieneprodukte	1,5	1,8	0,9
8-3	Hygieneprodukte 10-40 mm	--	--	--
9	Inertmaterial	0,3	0,2	0,5
9-1	Inertmaterial	0,3	0,2	0,5
9-2	Inertmaterial 10-40 mm	--	--	--
10	Organische Abfälle	5,1	4,9	5,5
10-1	Küchen-/Nahrungsabfälle	4,8	4,5	5,4
10-1-1	Küchenabfälle	0,6	0,4	1,2
10-1-2	Nahrungsabfälle	0,9	0,8	1,2
10-1-3	Verpackte Lebensmittel	3,3	3,4	3,0
10-2	Gartenabfälle	0,3	0,3	0,1
10-3	Sonstige Organik	< 0,05	< 0,05	0
10-4	Organik 10-40 mm	--	--	--
11	Problem-/Schadstoffe	0,2	0,1	0,3
11-1	Batterien	< 0,05	< 0,05	< 0,05
11-2	Problem-/Schadstoffe nicht differenziert	0,1	< 0,05	0,2
11-3	Problem-/Schadstoffe 10-40 mm	< 0,05	< 0,05	< 0,05
12	Sonstige Abfälle	6,9	3,3	15,5
12-1	Sonstige Abfälle	4,3	0,4	13,4
12-2	Sonstige gefüllte Verpackungen	1,1	1,3	0,5
12-3	Sonstige Abfälle 10-40 mm	1,5	1,6	1,5
14	Fraktion 0 bis 10 mm	0,7	0,7	0,7
Summe		100	100	100

„--“ keine ausreichenden Daten/in anderer Stoffgruppe enthalten

Anhang 1.4 Sperrige Abfälle

Tabelle A 4: Zusammensetzung sperriger Abfälle aus privaten Haushalten in Sachsen 2019 [%]

Nr.	Stoffgruppe	Sachsen			Schicht 1&2			Schicht 4		
		Holsystem	Bringsystem	Gesamt	Holsystem	Bringsystem	Gesamt	Holsystem	Bringsystem	Gesamt
1	Glas	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	0,6	2,4	0,7	1,0
2	Papier/Pappe/Kartonagen (PPK)	< 0,05	0,1	< 0,05	< 0,05	0,1	< 0,05	0	0	0
3	Kunststoffe	1,4	5,3	3,4	1,5	1,5	1,5	0,9	10,2	8,7
4	Metalle	7,2	6,3	6,7	7,2	8,3	7,6	7,3	3,6	4,2
4-1	Fe-Metalle	7,1	6,0	6,6	7,1	8,2	7,5	7,1	3,2	3,9
4-2	NE-Metalle	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,4	0,4
5	Textilien/Schuhe, Leder	4,3	9,3	6,8	4,5	4,2	4,4	1,9	15,9	13,6
6	Holz/Kork	41,3	46,1	43,7	40,5	47,3	43,1	50,5	44,6	45,5
7	Verbunde	42,5	30,9	36,7	43,1	35,5	40,1	36,9	24,9	26,9
7-1	Sonstige Verbundmaterialien	38,0	28,7	33,3	38,2	31,6	35,6	36,1	24,9	26,8
7-1-1	Holzanteil 25-50 %	12,7	6,6	9,6	13,8	11,5	12,9	1,0	0,2	0,3
7-1-2	Matratzen	6,1	5,8	5,9	5,9	6,1	6,0	7,7	5,4	5,8
7-1-3	Polstermöbel	17,0	14,1	15,6	16,4	12,2	14,7	24,2	16,6	17,9
7-1-4	Sonstige Verbunde	2,2	2,2	2,2	2,1	1,8	2,0	3,2	2,7	2,8
7-3	Elektro- und Elektronikaltgeräte (EAG)	4,5	2,2	3,4	4,9	3,9	4,5	0,7	0	0,1
8	Hygieneprodukte	--	--	--	--	--	--	--	--	--
10	Organische Abfälle	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	Problem-/Schadstoffe	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	Sonstige Abfälle	2,4	1,4	1,9	2,6	2,5	2,6	0,1	< 0,05	< 0,05
Summe		100	100	100	100	100	100	100	100	100

„--“ keine ausreichenden Daten/in anderer Stoffgruppe enthalten

Anhang 2 Fragebögen für die Wertstoffhof-Befragung

Anhang 2.1 Fragebogen sperrige Abfälle

Alter des Anlieferers/der Anlieferin (Einschätzung durch Interviewer)

- (bei mehreren Personen nur Fahrer*in) ☐ eher jünger (bis ca. 25 Jahre)
☐ mittel (ca. 25-55 Jahre)
☐ eher älter (ab ca. 55 Jahre)

1. Bebauungsstruktur:

- ☐ 1–2-Familienhaus
☐ Mehrfamilienhaus bis 5 Stockwerke
☐ Hochhaus/Plattenbau

Schätzung Gesamtvolumen Sperrmüll durch Interviewer: _____ m³

2. Was möchten/müssen Sie entsorgen? (Mehrfachantworten möglich)

	Anzahl der Sperrmüll- bestandteile	Bemerkung	%	Warum entsorgen?	Bemühungen zur Wiederverwendung unternommen?		Bemühungen zur Reparatur unternommen?	
					Ja:	Nein:	Ja:	Nein:
☐ Polster- und Verbund- möbel	Sitzmöbel, Betten							
☐ Holzmöbel	Sitzmöbel							
	Schrankmöbel							
	Tische							
☐ Sonstiges Holz								

	Anzahl der Sperrmüll- bestandteile		Bemerkung	%	Warum entsorgen?	Bemühungen zur Wiederverwendung unternommen?		Bemühungen zur Reparatur unternommen?	
						Ja:	Nein:	Ja:	Nein:
☐ Teppiche und andere Bodenbeläge		Textile Teppiche							
		Laminat							
		PVC							
☐ Matratzen									
☐ Metalle									
☐ Kunststoffe		Gartenmöbel							
		Spielzeug							
☐ Glas									
☐ Anderweitig nicht genannte Stoffe									

3. Wie häufig entsorgen Sie Sperrmüll?

- ☐ regelmäßig (öfter als zweimal im Jahr)
- ☐ manchmal (1-2 Mal im Jahr)
- ☐ selten (weniger als ein Mal im Jahr)

Anhang 2.2 Fragebogen Elektro- und Elektronikaltgeräte

Alter des Anlieferers/der Anlieferin (Einschätzung durch Interviewer)

(bei mehreren Personen nur Fahrer*in)

- ☐ eher jünger (bis ca. 25 Jahre)
☐ mittel (ca. 25-55 Jahre)
☐ eher älter (ab ca. 55 Jahre)

1. Bebauungsstruktur:

- ☐ 1–2-Familienhaus
☐ Mehrfamilienhaus bis 5 Stockwerke
☐ Hochhaus/Plattenbau

2. Was für Elektro-/Elektronikaltgeräte möchten/müssen Sie entsorgen? (Mehrfachantworten möglich)

	Anzahl der Geräteart(en)		Bemerkung	Warum entsorgen?	Bemühungen zur Wiederverwendung unternommen?		Bemühungen zur Reparatur unternommen?	
					Ja:	Nein:	Ja:	Nein:
☐ Wärmeüberträger		Kühlgeräte						
		Wärmepumpe						
☐ Bildschirm(e)		Röhrenbildschirm (Monitor oder Fernseher)						
		Flachbildmonitor						
		Flachbildfernseher						
☐ Lampe(n)		Leuchtstoffröhre						
		Sonderform						
		LED						
☐ Großgerät(e)		Waschmaschine						
		Herd						
		Trockner						
		Geschirrspüler						

	Anzahl der Geräteart(en)		Bemerkung	Warum entsorgen?	Bemühungen zur Wiederverwendung unternommen?		Bemühungen zur Reparatur unternommen?	
					Ja:	Nein:	Ja:	Nein:
☐ Kleingerät(e)		Küchengeräte (Mixer, Toaster)						
		Haushaltsgeräte (Fön, Staubsauger)						
		Kleine Werkzeuge (Bohrmaschine)						
		IT (Laptop, Handy, Tablet)						
		Unterhaltungselektronik (inkl. Spielzeug)						
		Kabel						
☐ Photovoltaikmodul(e)								

3. Wie häufig entsorgen Sie Elektro-/Elektronikgeräte?

- ☐ regelmäßig (öfter als zweimal im Jahr)
☐ manchmal (1-2 Mal im Jahr)
☐ selten (weniger als ein Mal im Jahr)

4. Sind Ihnen andere Abgabemöglichkeiten für Elektro-/Elektronikaltgeräte bekannt?

- ☐ **Nein**
☐ **Ja:**
☐ Handel
☐ Rücksendung Onlinehandel
☐ Tausch bei Kauf
☐ Sperrmüllabfuhr (Großgeräte)
☐ _____

4a. Nutzen Sie diese Abgabemöglichkeiten? ☐ ja/manchmal ☐ nein

Anhang 2.3 Antwortmöglichkeiten

Tabelle A 5: Antwortmöglichkeiten für den Fragebogen "sperriger Abfall"

Gründe für die Entsorgung	Wurden Bemühungen zur Wiederverwendung unternommen?		Wurden Bemühungen zur Reparatur unternommen?	
	Ja	Nein	Ja	Nein
1: Funktionalität (kaputt/ unbrauchbar 2: gefällt nicht mehr 3: aus hygienischen Gründen 4: keine Verwendung mehr, Haushaltsauflösung 9: sonstiges, benennen	1: Freunde/ Nachbarn/ Bekannte gefragt 2: Kleinanzeigen bei eBay/ Zeitung/ Verschenkemarkt geschaltet 3: Second-Hand- Laden/ Lebenshilfe angefragt 9: sonstiges, benennen	1: zu aufwendig/ keine Zeit 2: keine Möglichkeit wie eBay/ Zeitungsanzeige 3: keine Informationen/ Wissen über die Möglichkeiten 4: als nicht wiederverwendbar eingeschätzt 9: sonstiges, benennen	1: keine Ersatzteile mehr verfügbar/ Reparatur nicht möglich 2: Angebot eingeholt, Reparatur lohnt sich wirtschaftlich nicht gegenüber einem neuen Produkt 9: sonstiges, benennen	1: zu aufwendig/ keine Zeit 2: kein Bedarf mehr/ hatte noch Ersatz/ wollte was Neues 3: Reparatur lohnt sich wirtschaftlich nicht gegenüber einem neuen Produkt 4: keine Informationen/ Wissen über Anbieter von Reparaturleistungen 9: sonstiges, benennen

Tabelle A 6: Antwortmöglichkeiten für den Fragebogen "EAG"

Gründe für die Entsorgung	Wurden Bemühungen zur Wiederverwendung unternommen?		Wurden Bemühungen zur Reparatur unternommen?	
	Ja	Nein	Ja	Nein
1: Funktionalität (kaputt/ unbrauchbar 2: gefällt nicht mehr 3: technisch veraltet 4: keine Verwendung mehr, Haushaltsauflösung 9: sonstiges, benennen	1: Freunde/ Nachbarn/ Bekannte gefragt 2: Kleinanzeigen bei eBay/ Zeitung/ Verschenkemarkt geschaltet 3: Second-Hand- Laden/ Lebenshilfe angefragt 9: sonstiges, benennen	1: zu aufwendig/ keine Zeit 2: keine Möglichkeit wie eBay/ Zeitungsanzeige 3: keine Informationen/ Wissen über die Möglichkeiten 4: als nicht wiederverwendbar eingeschätzt 9: sonstiges, benennen	1: keine Ersatzteile mehr verfügbar/ Reparatur nicht möglich 2: Angebot eingeholt, Reparatur lohnt sich wirtschaftlich nicht gegenüber einem neuen Produkt 9: sonstiges, benennen	1: zu aufwendig/ keine Zeit 2: kein Bedarf mehr/ hatte noch Ersatz 3: Reparatur lohnt sich wirtschaftlich nicht gegenüber einem neuen Produkt 4: keine Informationen/ Wissen über Anbieter von Reparaturleistungen 5: Gerät technisch veraltet, will neu anschaffen 9: sonstiges, benennen

Herausgeber

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie (LfULG)
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: +49 351 2612-0; Telefax: +49 351 2612-1099
E-Mail: Poststelle.@lfulg.sachsen.de
www.lfulg.sachsen.de

Autoren

Dipl.-Ing. Marko Günther, M.Sc. Sonja Steinmetzer,
M.Sc. Anna-Sophie Strues, Dipl.-Ing. Jörg Wagner (INTECUS GmbH),
Dipl.-Ing. Carsten Böhm, Dipl.-Ing. Susanne Wüst,
Dipl.-Ing. Bertram Zwisele (ARGUS GmbH)

Redaktion

Micaela Ritscher, Mathias Pietzsch
Abteilung Wasser, Boden, Kreislaufwirtschaft/
Referat Kreislaufwirtschaft
Zur Wetterwarte 11, 01109 Dresden
Telefon: +49 351 8928-4101; Telefax: +49 351 8928-4099
E-Mail: abt4@lfulg.sachsen.de

Bildnachweis

INTECUS GmbH

Redaktionsschluss

Oktober 2025

ISSN

1867-2868

Bestellservice

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber
als PDF-Datei heruntergeladen werden aus der Publikationsdatenbank
des Freistaates Sachsen (<https://publikationen.sachsen.de>).

Hinweis

Diese Publikation wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom LfULG
(Geschäftsbereich des SMUL) kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht
zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer
Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grund-
lage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.

Täglich für ein gutes Leben.

www.lfulg.sachsen.de