

TEXTE

144/2024

Abschlussbericht zum ReFoPlan 2021

„Ermittlung der Lebensmittelabfälle in Deutschland im Jahr 2020, Erfüllung der Berichtspflicht gegenüber der EU-Kommission im Jahr 2022 und Ableitung von Handlungsempfehlungen“

von:

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

Herausgeber:
Umweltbundesamt

TEXTE 144/2024

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3721 34 309 1
FB001173

Abschlussbericht

**„Ermittlung der Lebensmittelabfälle in
Deutschland im Jahr 2020, Erfüllung der
Berichtspflicht gegenüber der EU-
Kommission im Jahr 2022 und Ableitung von
Handlungsempfehlungen“**

von:

Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

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

Durchführung der Studie:

Statistisches Bundesamt
Gustav-Stresemann-Ring 11
65189 Wiesbaden

Abschlussdatum:

Juni 2023

Redaktion:

Fachgebiet III 1.5, Abfallwirtschaft, grenzüberschreitende Abfallverbringung
Elke Kreowski

Publikationen als pdf:

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

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Oktober 2024

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

Kurzbeschreibung: Ermittlung der Lebensmittelabfälle in Deutschland im Jahr 2020, Erfüllung der Berichtspflicht gegenüber der EU-Kommission im Jahr 2022 und Ableitung von Handlungsempfehlungen

Das Projekt umfasst insbesondere die verpflichtende EU-Berichterstattung von Lebensmittelabfällen im Berichtsjahr 2020 nach EU-Vorgaben. Dabei wird die Menge der Lebensmittelabfälle in Deutschland auf den fünf Stufen der Lebensmittelkette – von der Herstellung bis zum Verbrauch – bestimmt. Die Methodik zur Messung der Lebensmittelabfälle setzt generell bei der Entsorgung von Abfällen an.

Zunächst hat das Statistische Bundesamt eine Datenbasis auf Grundlage von nationalen, amtlichen Abfallstatistiken gebildet. Diese enthält Abfallmengen nach Abfallschlüsseln, die in der Regel auch Lebensmittelabfälle umfassen. Um die tatsächlichen Lebensmittelabfälle aus dieser Datenbasis herauszurechnen, hat ein Konsortium aus vier Instituten – bestehend aus dem Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, ARGUS-Statistik und Informationssysteme in Umwelt und Gesundheit GmbH, dem Institut für Abfall, Abwasser und Infrastruktur-Management GmbH und dem Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart – den Anteil der Lebensmittelabfälle pro Abfallschlüssel (Abfallkoeffizienten) bestimmt. Dazu hat das Konsortium unter anderem Abfallsortieranalysen ausgewertet und eine freiwillige Online-Befragung von Abfallentsorgungsanlagen durchgeführt. Zudem hat das Konsortium Handlungsempfehlungen zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen aufgezeigt.

Die Studie liefert eine aktuelle Datengrundlage zu Lebensmittelabfällen in Deutschland im Berichtsjahr 2020 im Rahmen der EU-Berichterstattung. Des Weiteren werden Optimierungsempfehlungen für die zukünftige Berichterstattung formuliert.

Abstract: Determination of food waste in Germany in 2020, fulfilment of the reporting obligation to the EU Commission in 2022 and derivation of recommendations for action

The project covers in particular the mandatory EU reporting of food waste in the reporting year 2020 according to EU requirements. This involves determining the amount of food waste in Germany at the five stages of the food chain – from production to consumption. The methodology for measuring food waste generally focuses on the disposal of waste.

First, the Federal Statistical Office has formed a database based on national, official waste statistics. This contains waste quantities according to waste codes, which generally also include food waste. In order to calculate the actual food waste from this database, a consortium of four institutes - consisting of the "Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH", "ARGUS-Statistik und Informationssysteme in Umwelt und Gesundheit GmbH", the "Institut für Abfall, Abwasser und Infrastruktur-Management GmbH" and the "Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart" - determined the proportion of food waste per waste code (waste coefficients). For this purpose, the consortium evaluated, among other things, waste sorting analyses and conducted a voluntary online survey of waste disposal facilities. In addition, the consortium identified recommendations for action to reduce food waste.

The study provides an up-to-date data basis on food waste in Germany in the reporting year 2020 in the context of EU reporting. Furthermore, optimisation recommendations for future reporting are formulated.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	10
Tabellenverzeichnis	11
Abkürzungsverzeichnis	14
Zusammenfassung	17
Summary	25
1 Hintergrund	33
2 Begriffsbestimmungen	35
3 Zielsetzung des Forschungsprojekts	38
3.1 Untersuchungsinhalte	38
3.1.1 Datenermittlung aus amtlichen Abfallstatistiken	38
3.1.2 Auswertung der Rechercheergebnisse und Ermittlung von Koeffizienten	38
3.1.3 Berechnung der Daten für die Berichterstattung, Übermittlung der Daten an Eurostat, Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Reduzierung von LMA	39
4 Rechtliche Vorgaben	40
4.1 Definition von Lebensmittelabfällen	40
4.2 Rechtsgrundlagen	40
5 Generierung der Datenbasis	41
5.1 Methodik	41
5.1.1 Datenbasis nach Vorgaben des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597	41
5.1.2 Modifikationen der Datenbasis	44
5.1.2.1 Berücksichtigung zusätzlicher Abfallschlüssel	44
5.1.2.2 Geschäftsmüll	45
5.2 Ergebnisse	46
6 Ermittlung der Abfallkoeffizienten	47
6.1 Gemischte Siedlungsabfälle (20 03 01)	47
6.1.1 Hausmüll inklusive Geschäftsmüll (20 03 01 01)	47
6.1.1.1 Bundesweite Haushaltsanalyse	47
6.1.1.2 Methodisches Vorgehen der Herleitung des Abfallkoeffizienten	50
6.1.1.3 Darstellung und Bewertung des Ergebnisses	59
6.1.2 Bioabfall inklusive Geschäftsmüll (20 03 01 04)	67
6.1.2.1 Datenerhebung und Datengrundlage aus Abfallsortieranalysen	67
6.1.2.2 Methodisches Vorgehen der Herleitung des Abfallkoeffizienten	68
6.1.2.3 Darstellung und Bewertung des Ergebnisses	72

6.1.3	Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle	79
6.1.3.1	Datenerhebung und Datengrundlage.....	79
6.1.3.2	Methodisches Vorgehen der Herleitung des Abfallkoeffizienten	79
6.1.3.3	Darstellung und Bewertung des Ergebnisses.....	80
6.1.4	Ergebnis der Abfallkoeffizienten für gemischte Siedlungsabfälle	83
6.2	Übrige Abfallschlüssel	84
6.2.1	Zielsetzung und Gegenstand.....	85
6.2.2	Methodische Vorgehensweise.....	87
6.2.3	Online Befragung: Vorbereitung - Prüfung der Abfallschlüssel auf mengenmäßige Relevanz	88
6.2.4	Online-Befragung: Ablauf	89
6.2.5	Online-Befragung: Rückmeldungen.....	90
6.2.6	Bildung von Abfallkoeffizienten: Methodik	92
6.2.7	Bildung von Abfallkoeffizienten: Ergebnisse	94
6.2.8	Einordnung der vorliegenden Datenqualität und Empfehlungen zur Schließung von Datenlücken	99
6.2.9	Ergebnis der Abfallkoeffizienten für die übrigen Abfallschlüssel	99
7	Eigenkompostierung auf Stufe 5 der Lebensmittelkette	101
7.1	Datenerhebung und Datengrundlage	101
7.2	Methodisches Vorgehen	101
7.3	Darstellung und Bewertung der Ergebnisse	101
8	Ergebnisse	104
8.1	Lebensmittelabfälle in Deutschland	104
8.2	Europäischer Vergleich	105
9	Optimierung der Berichterstattung.....	106
9.1	Optimierungspotenzial der Datenbasis	106
9.1.1	Abfälle außerhalb des Abfallmanagementsystems	106
9.1.1.1	Die über einen Abfluss oder die Toilette beseitigten LMA.....	106
9.1.1.2	Mengen der nicht länger für den menschlichen Verzehr bestimmten Lebensmittel, die von einem Futtermittelunternehmer zur Umwandlung in Futtermittel in Verkehr gebracht werden, und Verfütterung von LMA an eigene (Haus-)Tiere	107
9.1.1.3	Eigenkompostierung.....	107
9.1.1.4	Weitere Abfälle außerhalb des Abfallmanagementsystems	108
9.1.2	Potenzieller Feuchtigkeitsverlust vor Messung der Abfälle	109
9.1.3	Mögliche Mehrfacherfassung von Abfällen.....	109

9.1.4	Belastbarkeit der Verteilung nach Wirtschaftszweigen.....	110
9.2	Optimierungspotenzial der Abfallkoeffizienten.....	111
9.2.1	Optimierungspotenzial der Abfallkoeffizienten von Hausmüll und Bioabfall	111
9.2.2	Optimierungspotenzial des Abfallkoeffizienten von 20 03 01 00 – gemischte Siedlungsabfälle nicht differenzierbar	113
9.2.3	Optimierungspotenzial des Abfallkoeffizienten von 20 03 01 02 - getrennt von Hausmüll angelieferte oder eingesammelte hausmüllähnliche Gewerbeabfälle	114
9.2.4	Optimierungspotenzial der Abfallkoeffizienten der übrigen Abfallschlüssel	114
9.3	Allgemeine Empfehlungen für die Berichterstattung	115
10	Empfehlungen zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen	117
10.1	Literaturrecherche	117
10.1.1	Best Practice UK: Erfolgreiche Reduzierung der Lebensmittelabfälle entlang der gesamten Wertschöpfungskette	117
10.1.2	Priorisierung von Maßnahmen anhand ihrer Wirtschaftlichkeit.....	118
10.1.3	Handlungsempfehlungen des Joint Research Centre der Europäischen Kommission ...	119
10.1.4	Lebensmittelabfälle auf Verbraucherebene: Faktoren und Verhaltensdissonanzen	124
10.1.5	Initiativen zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen in Haushalten	124
10.1.6	Reduzierungsmaßnahmen in Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen	125
10.1.7	Selbstberichterstattung: Die Messung als Maßnahme zur Reduzierung von Lebensmittelabfall auf Verbraucherebene	126
10.1.8	Digitale Messgeräte (Food waste tracking systems)	127
10.1.9	Smartphone-App „RESSOURCE-MANAGER FOOD“	129
10.1.10	Politische Instrumente: Empfehlungen des Wuppertal- und Thünen-Instituts	130
10.1.11	„Target-Measure-Act“ - Empfehlungen der Champions 12.3-Koalition	132
10.2	Zusammenfassung der wichtigsten Handlungsansätze und Empfehlungen	132
10.3	Weiterer Forschungsbedarf bezüglich der Maßnahmen zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen	133
11	Erkenntnisse und Schlussfolgerungen.....	135
	Quellenverzeichnis	140
A	Anhang – Delegierter Beschluss (EU) 2019/1597.....	150
A.1	Anhang I – Zuordnung von Lebensmittelabfällen zu den verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette	150
A.2	Anhang II – Auflistung der berichtspflichtigen Abfallarten.....	151
B	Anhang – Auflistung der in den einzelnen Stufen der Lebensmittelkette zusätzlich zum Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597 berücksichtigten Abfallschlüssel.....	152

C	Anhang – Verteilung der Stichproben auf die Schichten (je Untersuchungskampagne) der Bioabfallanalyse	154
D	Anhang – Online Fragebogen	155
E	Anhang – Übersichtstabelle AKO	160

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Auswertungsschema und Datenbank.....	54
Abbildung 2:	Hochrechnungsschema	58
Abbildung 3:	Zusammensetzung des Hausmülls und der darin enthaltenen Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2019.....	61
Abbildung 4:	Spezifische Hausmüllmenge in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur im Berichtsjahr 2019	62
Abbildung 5:	Spezifische Hausmüllmenge in Abhängigkeit von der getrennt erfassten Bioabfallmenge im Berichtsjahr 2019	63
Abbildung 6:	Spezifische Hausmüllmengen in Abhängigkeit vom Gebührensyste im Berichtsjahr 2019	65
Abbildung 7:	Spezifische Hausmüllmenge in Abhängigkeit von den Bebauungsstrukturen im Berichtsjahr 2019.....	66
Abbildung 8:	Zusammensetzung des Bioabfalls und der darin enthaltenen Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2019.....	74
Abbildung 9:	Spezifische Bioabfallmenge in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur im Berichtsjahr 2019	75
Abbildung 10:	Spezifische Bioabfallmenge in Abhängigkeit vom Anschlussgrad an die getrennte Bioabfallsammlung im Berichtsjahr 2019	77
Abbildung 11:	Spezifische Bioabfallmenge in Abhängigkeit von den Bebauungsstrukturen im Berichtsjahr 2019.....	78
Abbildung 12:	Anzahl der Fragebogenteilnehmenden an der Online-Befragung der deutschen Entsorgungswirtschaft im Berichtsjahr 2019.....	89
Abbildung 13:	Entsorgungswege von Lebensmittelabfällen in privaten Haushalten.....	102
Abbildung 14:	Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2020....	104
Abbildung 15:	Schematische Darstellung der Berechnung der Abfallkoeffizienten für Hausmüll und Bioabfall für zukünftige Berichterstattungen	113
Abbildung 16:	RESOURCEMANAGER FOOD: Smartphone-App, die über Bluetooth® mit einer elektronischen Waage verbunden wird	130
Abbildung 17:	Empfehlungen zur Verbesserung der bestehenden Gesetze und wirtschaftlichen Instrumente zur Bekämpfung der Lebensmittelverschwendungen (Garske et al., 2020)	131
Abbildung 18:	Zusammenfassung der Handlungsempfehlungen.....	133
Abbildung 19:	Zuordnung von Lebensmittelabfällen zu den verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette gemäß Anhang I des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597	150
Abbildung 20	Auflistung der berichtspflichtigen Abfallarten gemäß Anhang II des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597	151

Abbildung 21: Online-Fragebogen 155

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Abfallkoeffizienten für die gemischten Siedlungsabfälle nach Abfallschlüsselnummern (20 03 01) im Berichtsjahr 2019.....	21
Tabelle 2:	Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2020 ¹	23
Tabelle 3:	Datenbasis aus der nationalen amtlichen Abfallstatistik für das Berichtsjahr 2020.....	44
Tabelle 4:	Datenbasis des Monitoring Lebensmittelabfälle, Berichtsjahr 2020.....	46
Tabelle 5:	Verpackungsanteile verpackter Lebensmittel nach Verpackungsmaterial.....	53
Tabelle 6:	Zusammenstellung von Daten öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger (örE) zur Schichteinteilung im Berichtsjahr 2019	55
Tabelle 7:	Schichtungsmatrix für die zwölf Deutschland-Schichten und die drei örE-Schichten – Anzahl der Einwohner in der Grundgesamtheit im Berichtsjahr 2019	56
Tabelle 8:	Zusammensetzung des Hausmülls und der darin enthaltenen Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2019.....	60
Tabelle 9:	Spezifische Hausmüllmenge in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur im Berichtsjahr 2019	62
Tabelle 10:	Spezifische Hausmüllmenge in Abhängigkeit von der getrennt erfassten Bioabfallmenge im Berichtsjahr 2019	63
Tabelle 11:	Spezifische Hausmüllmengen in Abhängigkeit vom Gebührensystem im Berichtsjahr 2019	64
Tabelle 12:	Spezifische Hausmüllmenge in Abhängigkeit von den Bebauungsstrukturen im Berichtsjahr 2019.....	66
Tabelle 13:	Zusammenstellung von Daten öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger zur Schichteinteilung für Bioabfall im Berichtsjahr 2019.....	71
Tabelle 14:	Schichtungsmatrix für die neun Deutschland-Schichten und die drei örE-Schichten – Anzahl der Einwohner in der Grundgesamtheit im Berichtsjahr 2019	71
Tabelle 15:	Zusammensetzung des Bioabfalls und der darin enthaltenen Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2019.....	73
Tabelle 16:	Spezifische Bioabfallmenge in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur im Berichtsjahr 2019	75
Tabelle 17:	Spezifische Bioabfallmenge in Abhängigkeit vom Anschlussgrad an die getrennte Bioabfallsammlung im Berichtsjahr 2019	76
Tabelle 18:	Spezifische Bioabfallmenge in Abhängigkeit von den Bebauungsstrukturen im Berichtsjahr 2019.....	78

Tabelle 19:	Zusammensetzung von Gewerbeabfällen im Land Rheinland-Pfalz 1992 bis 1993	81
Tabelle 20:	Zusammensetzung der Stoffgruppe Organik in Gewerbeabfällen im Land Rheinland-Pfalz 1992	82
Tabelle 21:	Expertenschätzung der Zusammensetzung der hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle und der darin enthaltenen Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2019.....	83
Tabelle 22:	Abfallkoeffizienten für die gemischten Siedlungsabfälle (Abfallschlüssel 20 03 01) im Berichtsjahr 2019.....	84
Tabelle 23:	Übersicht übrige Abfallschlüssel aus Anhang II des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597	85
Tabelle 24:	Übrige Abfallschlüssel mit Abfallmengen jeweils unter 1.000 Tonnen im Berichtsjahr 2019	88
Tabelle 25:	Beteiligung an der Online-Befragung über die übrigen Abfallschlüssel im Berichtsjahr 2019	90
Tabelle 26:	Übrige Abfallschlüssel mit maximal einer Angabe in der Online-Befragung im Berichtsjahr 2019	91
Tabelle 27:	Übrige Abfallschlüssel mit mindestens zwei Angaben in der Online-Befragung im Berichtsjahr 2019	92
Tabelle 28:	Vergleich der Abfallkoeffizienten auf Basis des Clopper-Pearson-Konfidenzintervalls ($\alpha=5\%$) sowie Gutachterliche Einschätzung.....	100
Tabelle 29:	Gegenüberstellung der in privaten Haushalten anfallenden Lebensmittelabfallmengen sowie der über die Eigenkompostierung verwerteten Anteile im Vergleich zweier Studien.....	103
Tabelle 30:	Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2020....	105
Tabelle 31:	Vorschläge und Empfehlungen für „Key Performance Indicators“ zur Messung der Wirksamkeit und Effizienz von Maßnahmen des Typs "Weitergabe und Lebensmittelpenden" – aus dem Bericht des Joint Research Centre der Europäischen Kommission 2019	121
Tabelle 32:	Vorschläge und Empfehlungen für „Key Performance Indicators“ zur Messung der Wirksamkeit und Effizienz von Maßnahmen des Typs "Änderung des Verbraucherverhaltens" – aus dem Bericht des Joint Research Centre der Europäischen Kommission 2019	122
Tabelle 33:	Vorschläge und Empfehlungen für „Key Performance Indicators“ zur Messung der Wirksamkeit und Effizienz von Maßnahmen des Typs "Effizienz in der Wertschöpfungskette" – aus dem Bericht des Joint Research Centre der Europäischen Kommission 2019	123

Tabelle 34:	Systeme zur Erfassung von Lebensmittelabfällen in Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen: Vor- und Nachteile der Anwendungen	129
Tabelle 35:	Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2020 ¹ ...	138
Tabelle 36:	Auflistung der in den einzelnen Stufen der Lebensmittelkette zusätzlich zum Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597, Anhang II, berücksichtigten Abfallschlüssel in Deutschland im Berichtsjahr 2020.....	152
Tabelle 37:	Verteilung der Stichprobeneinheiten auf die Schichten für die Bioabfallanalyse im Berichtsjahr 2020 (je Untersuchungskampagne).....	154
Tabelle 38:	Auflistung aller AKO inklusive Ermittlungsmethodik für das Berichtsjahr 2020 in Deutschland ¹	160

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
a	Jahr
AB	Außenbereich
AbfRRL	Abfallrahmenrichtlinie
AE	Erhebung der Abfallentsorgung
AEU	Erhebung der Abfallerzeugung
AKO	Abfallkoeffizient/-koeffizienten
AP	Arbeitspaket
ARGUS	ARGUS-Statistik und Informationssysteme in Umwelt und Gesundheit GmbH, Berlin
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BJ	Berichtsjahr/-jahre
BKG	Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V.
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BS	Erhebung über die Aufbereitung und Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen
bspw.	beispielsweise
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CO₂	Kohlenstoffdioxid
CPKI	Clopper-Pearson-Konfidenzintervall
DepBau	Erhebung der Deponiebaumaßnahmen
d. h.	das heißt
E	Einwohner
EK	Eigenkompostierung
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
EU-Kommission	Europäische Kommission
evtl.	eventuell
F&E	Forschung und Entwicklung
F2F	Farm to Fork-Strategie
FKZ	Forschungskennzahl
forsa	Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH
geb. tech. Systeme	gebührenrelevante technisierte Systeme
GfK SE	Gesellschaft für Konsumforschung

Abkürzung	Erläuterung
ggf.	gegebenenfalls
GM/H	Geschäftsmüll, der gemeinsam in Behältern mit Restabfällen aus privaten Haushalten erfasst wird
GVM	Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH
GV	Erhebung der Grenzüberschreitenden Verbringung von notifizierungspflichtigen Abfällen gemäß dem Basler Übereinkommen
GWA	Großwohnanlage
i.d.R.	in der Regel
INFA	Institut für Abfall, Abwasser und Infrastruktur-Management GmbH, Ahlen
inkl.	inklusive
JRC	Joint Research Centre
kg	Kilogramm
km²	Quadratkilometer
KPI	Key Performance Indicator (Leistungsindikator)
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
LM	Lebensmittel
LMA	Lebensmittelabfall/-abfälle
LMK	Lebensmittelkette
m³	Kubikmeter
Mio.	Millionen
MKUEM RLP	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität RLP
MLMA	Monitoring der Lebensmittelabfälle
Mrd.	Milliarden
MUNV NRW	Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr NRW
n	Anzahl
Nr.	Nummer
NRW	Nordrhein-Westfalen
OERE	Erhebung der öffentlich-rechtlichen Abfallentsorgung (Haushaltsabfälle)
örE	öffentlicht-rechtliche Entsorgungsträger
ReFoPlan	Ressortforschungsplan
RLP	Rheinland-Pfalz
S.	Seite
SDG	Sustainable Development Goal
StBA	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
StLÄ	Statistische Landesämter
SV	sozialversicherungspflichtig
t	Tonnen
TI	Thünen-Institut, Braunschweig

Abkürzung	Erläuterung
u. a.	unter anderem
usw.	und so weiter
UBA	Umweltbundesamt, Dessau
UStatG	Umweltstatistikgesetz
USTUTT	Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart
vgl.	vergleiche
WI	Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, Witzenhausen
WRAP	Waste and Resources Action Programme
WZ	Wirtschaftszweig/-e
z. B.	zum Beispiel
zzgl.	zuzüglich

Zusammenfassung

Hintergrund

Rund elf Millionen (Mio.) Tonnen (t) Lebensmittel (LM) werden in Deutschland jedes Jahr entlang der Lebensmittelkette (LMK) als Abfall entsorgt (StBA 2023a). Weltweit waren es 2011 ca. 1,3 Milliarden (Mrd.) Tonnen – etwa ein Drittel der produzierten LM (Gustavsson et al. 2011). Aus den aktuellen Zahlen der Food and Agriculture Organization of the United Nations geht hervor, dass ca. 13,8 %¹ LM als LM-Verluste verloren gehen (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2019). Der Food Waste Index Report (2021) schätzt Lebensmittelabfälle (LMA) aus den Bereichen Haushalt, Einzelhandel und der Lebensmittelindustrie auf insgesamt ca. 931 Mio. t pro Jahr (United Nations Environment Programme 2021). Die nicht verzehrten LM verbrauchen enorme Agrarflächen und verursachen ca. 8 % der Treibhausgasemissionen (Mbow et al. 2019). Die EU-Abfallrahmenrichtlinie (AbfRRL) Artikel 9 („Abfallvermeidung“) und die Richtlinie (EU) 2018/851 Erwagungsgrund Nummer (Nr.) 31 sehen in Anlehnung an das Sustainable Development Goal (SDG) 12.3 vor, die auf Ebene des Einzelhandels und auf Verbraucherebene pro Kopf anfallenden LMA zu halbieren und die Verluste von LM entlang der Produktions- und Lieferketten zu reduzieren.

Die Europäische Kommission (EU-Kommission) hat im Jahr 2019 zwei konkretisierende Beschlüsse erlassen, den Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597 zur Methodik der Messung von LMA und den Durchführungsbeschluss (EU) 2019/2000 zum Übermittlungsformat der Berichte. Diese EU-Rechtsakte verpflichten neben der AbfRRL die Mitgliedstaaten, die Masse der LMA jährlich zu messen und der EU-Kommission zu berichten, und zwar erstmals bis zum 30. Juni 2022 für das Berichtsjahr (BJ) 2020. Aufgrund dieser rechtlichen Bestimmungen musste Deutschland seiner erstmaligen Berichtspflicht zu LMA für BJ 2020 zum 30. Juni 2022 nachkommen. Danach muss Deutschland weiterhin jährlich die Masse der LMA erfassen und der EU-Kommission berichten.

Für das erste BJ 2020 haben das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und das Umweltbundesamt (UBA) das Statistische Bundesamt (StBA) für die EU-Berichterstattung zu LMA im Rahmen dieses Forschungsprojektes beauftragt.

Zielsetzung des Forschungsprojekts

Zielsetzung des Forschungsvorhabens ist die Erarbeitung des ersten Berichts an die EU-Kommission zu LMA für das BJ 2020. Das StBA soll die Ergebnisse (einschließlich Qualitätskontrollbericht) entsprechend den EU-Vorgaben zum 30. Juni 2022 an die EU-Kommission übermitteln. Darüber hinaus sollen Vorschläge zur Optimierung der Berichterstattung erarbeitet sowie Instrumente und Maßnahmen zur weiteren Reduzierung von LMA aufgezeigt werden. Im Rahmen des Forschungsprojekts soll die Ableitung belastbarer Anteile von LMA mit Hilfe von Abfallkoeffizienten (AKO) für die Abfälle, die LMA enthalten können, ermittelt werden.

Die nationalen, amtlichen Statistiken können die potenzielle, aber nicht die tatsächliche Menge an LMA in Deutschland ausweisen. Bei diesen Erhebungen wird nicht ermittelt, wie hoch der Anteil an LMA an der Gesamtabfallmenge des jeweiligen Abfallschlüssels ist. Dies liegt darin begründet, dass für die Abfallschlüssel nach dem europäischen Abfallverzeichnis keine Unterscheidung in LMA und Nicht-LMA vorgesehen ist. Zwecks Berechnung der LMA müssen die Abfallmengen je Abfallschlüssel (gemäß der ermittelten Datenbasis) deshalb mit AKO

¹ Diese Angabe bezieht sich auf die Bereiche Primärproduktion, Verarbeitung und Herstellung sowie den Großhandel.

multipliziert werden. Der AKO gibt den Anteil der LMA an (z. B. 45 %), den der Abfallschlüssel typischerweise enthält.

Die Ermittlung der AKO und der eigenkompostierten LMA sowie das Aufzeigen von Handlungsempfehlungen zur Reduzierung von LMA erfolgte durch einen Unterauftrag innerhalb des Forschungsprojekts. Diese Aufgaben hat ein Konsortium – bestehend aus dem Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH (WI), ARGUS-Statistik und Informationssysteme in Umwelt und Gesundheit GmbH (ARGUS), dem Institut für Abfall, Abwasser und Infrastruktur-Management GmbH (INFA) und dem Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart (USTUTT) – übernommen.

Rechtsgrundlagen

Die Definition von „Lebensmittel“ ist in der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates beschrieben und umfasst LM als Ganzes, entlang der gesamten LMK von der Erzeugung bis zum Verbrauch.

Gemäß dem Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597 umfasst die Berichterstattung mindestens die Abfallschlüssel aus dem Europäischen Abfallverzeichnis für Abfallarten, die in der Regel auch LMA umfassen. Alle zu berücksichtigenden Abfälle sind in Anhang II des Beschlusses aufgelistet.

Erstellung der Datenbasis

Im ersten Schritt hat das StBA die nationale amtliche Abfallstatistik auf ihre Relevanz für LMA untersucht. Anschließend hat das StBA die Berechnungsgrundlage bzw. die Bilanzierung der Abfallmengen auf Basis ausgewählter amtlicher Abfallstatistiken und der dort erhobenen relevanten Abfallschlüssel, die LMA enthalten können, erstellt. Hierbei gibt der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1597 die einzubehandelnden Abfallschlüssel aus dem Europäischen Abfallverzeichnis als Orientierung vor. Das StBA hat die vier folgenden nationalen amtlichen Abfallstatistiken für die Ermittlung des Aufkommens verwendet:

- ▶ Erhebung der Abfallentsorgung (AE),
- ▶ Erhebung über die Aufbereitung und Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen (BS),
- ▶ Erhebung der Deponiebaumaßnahmen (DepBau) und
- ▶ Erhebung der Grenzüberschreitenden Verbringung von notifizierungspflichtigen Abfällen gemäß dem Basler Übereinkommen (GV).

Das StBA hat anschließend die so ermittelten Abfälle anhand weiterer amtlicher Abfallstatistiken auf die Wirtschaftszweige (WZ) verteilt, die den jeweiligen Abfall erzeugt haben. Bei der Verteilung berücksichtigte das StBA die Ergebnisse folgender nationaler amtlicher Abfallstatistiken:

- ▶ Erhebung der öffentlich-rechtlichen Abfallentsorgung (Haushaltsabfälle) (OERE)
 - die Abfallmengen werden den privaten Haushalten zugeordnet,
- ▶ Erhebung der Abfallentsorgung (AE)
 - betriebseigene Abfälle werden dem WZ des jeweiligen Betriebs bzw. der Entsorgungsanlage zugeordnet und
- ▶ Erhebung der Abfallerzeugung (AEU)

- Abfälle, zu deren Herkunft keine Hinweise vorliegen, werden entsprechend der prozentualen Verteilung von hochgerechneten Mengen der AEU-Erhebung der einzelnen Abfallschlüssel den WZ zugeordnet.

Die auf die WZ verteilten Abfallmengen wurden anschließend den fünf Stufen der LMK zugeordnet. Der Delegierte Beschluss 2019/1597 gibt an, welche WZ zu welchen Stufen der LMK gehören: 1. „Primärerzeugung“, 2. „Verarbeitung und Herstellung“, 3. „Einzelhandel und andere Formen des Vertriebs von Lebensmitteln“, 4. „Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen“ sowie 5. „Private Haushalte“. Anschließend wurden die Abfallmengen auf Ebene der Stufen addiert (Bilanzierung).

Modifikationen: Berücksichtigung zusätzlicher Abfallschlüssel und Geschäftsmüll

Das StBA hat die Datenbasis bei deren Erstellung in zwei Punkten hinsichtlich der nationalen Gegebenheiten modifiziert.

Die erste Modifikation besteht in der Berücksichtigung von Abfallschlüsseln auf Stufen der LMK, die der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1597 nicht ausdrücklich vorsieht. Anhang II des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597 gibt vor, welche Abfallschlüssel welchen Stufen der LMK zugeordnet werden sollen. Die Ergebnisse der nationalen, amtlichen Abfallstatistiken zeigen, dass einige Abfallschlüssel auch in Stufen der LMK bzw. in WZ vorkommen, die der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1597 nicht ausdrücklich benennt. Diese Ergebnisse lassen sich wahrscheinlich darauf zurückführen, dass neben der Tätigkeit im wirtschaftlichen Schwerpunkt auch Abfallmengen bei Nebentätigkeiten anfallen können. Diese werden dem WZ der Haupttätigkeit zugeordnet, auch wenn die Abfallarten nicht zur Haupttätigkeit passen. Zudem besteht die Möglichkeit, dass Betriebe ihren Abfall nicht immer strikt nach dessen Herkunft dem Europäischen Abfallverzeichnis zuordnen.

Um ein möglichst vollständiges Bild des LMA-Aufkommens in Deutschland zu zeichnen, hat das StBA auch diese Abfallmengen berücksichtigt und den jeweiligen Stufen der LMK zugeordnet. Hierbei wurden keine neuen bzw. zusätzlichen Abfallschlüssel herangezogen, sondern lediglich die Stufen der LMK um bereits auf anderen Stufen vorhandene Abfallschlüssel, die LMA erhalten können, erweitert.

Eine weitere Modifikation bestand in dem Herausrechnen des Geschäftsmülls auf Stufe 5 der LMK und der Umverteilung dieser Mengen auf die Stufen 1 bis 4 der LMK. Der Hausmüll und in geringem Umfang auch der Bioabfall umfassen immer auch einen Anteil an Abfällen gewerblicher Herkunft, den sogenannten Geschäftsmüll. Dieser wird gemeinsam mit dem Hausmüll bzw. dem Bioabfall aus privaten Haushalten eingesammelt. Hierbei handelt es sich um Abfälle, die bei kleineren Gewerbebetrieben, z. B. Ingenieurbüros, Steuerberater, Anwälte, etc. anfallen. Diese werden in den vom öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (örE) bereit gestellten Tonnen mit entsorgt. Dies betrifft die Restabfalltonne (Abfallschlüssel 20 03 01 01 – Hausmüll²) sowie die Bioabfalltonne (Abfallschlüssel 20 03 01 04 – Bioabfall³). Geschäftsmüll wird also bei den Haushalten (Stufe 5 der LMK) miterfasst, entstammt jedoch verschiedenen WZ der Stufen 1 bis 4 der LMK.

Die Menge an Geschäftsmüll berechnet sich aus der Differenz der Abfallmengen der örE und der hochgerechneten Menge an Hausmüll aus privaten Haushalten. Der Geschäftsmüll wurde aus der Stufe 5 der LMK herausgerechnet und anhand der Ergebnisse der nationalen, amtlichen Abfallstatistiken (AEU) auf die Stufen 1 bis 4 der LMK umverteilt. Dabei wurde der gleichen

² In diesem Bericht wird unter „Hausmüll“ der Abfallschlüssel „20 03 01 01 – Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle gemeinsam über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt“ verstanden.

³ In diesem Bericht wird unter „Bioabfall“ der Abfallschlüssel „20 03 01 04 – Abfälle aus der Biotonne“ verstanden.

Verteilungsmethodik gefolgt, die im Unterkapitel „Erstellung der Datenbasis“ beschrieben wurde.

Abfallkoeffizienten für gemischte Siedlungsabfälle

Die vom StBA ermittelte Datenbasis enthält, unter Berücksichtigung der Vorgaben des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597, die Menge an potenziellen LMA in Deutschland. Zwecks Berechnung der LMA müssen die Abfallmengen je Abfallschlüssel (gemäß der ermittelten Datenbasis) deshalb mit AKO multipliziert werden. Der AKO gibt den Anteil der LMA an (z. B. 45 %), den der Abfallschlüssel typischerweise enthält. Das StBA hat die Ermittlung der AKO innerhalb des Forschungsprojekts als Unterauftrag vollständig an ein Konsortium, bestehend aus vier Instituten, vergeben.

Der Bereich der gemischten Siedlungsabfälle umfasst im Wesentlichen den Abfallschlüssel 20 03 01. Dazu gehören der Hausmüll (20 03 01 01), der hausmüllähnliche Gewerbeabfall (20 03 01 02), nicht differenzierbare gemischte Siedlungsabfälle (20 03 01 00) und der Bioabfall (20 03 01 04).

Die Basismengen der kommunalen Erfassung für Hausmüll werden in den jährlichen OERE der Bundesländer je örE berichtet. Die Abfallmengen für den Bioabfall entstammen den Abfallbilanzen der Bundesländer. Die Basismengen für hausmüllähnliche Gewerbeabfälle werden der Abfallbilanz des StBA entnommen.

Das Konsortium hat die AKO für das BJ 2020 über Sekundäruntersuchungen aus den Jahren 2017 bis 2022 (Hausmüll und Bioabfall), über Literaturauswertungen und über Abschätzungen des Konsortiums (hausmüllähnliche Gewerbeabfälle) bestimmt.

Aus den Ergebnissen der kommunal und gewerblich erfassten gemischten Siedlungsabfälle und den stofflichen Zusammensetzungen aus Sekundäranalysen und Literaturdaten hat das Konsortium die absoluten Mengen, die einwohnerspezifischen Mengen und die prozentualen Zusammensetzungen nach Kampagnen und Schichten ermittelt und daraus die AKO für die Abfallströme „Hausmüll“, „hausmüllähnlicher Gewerbeabfall“ und „Bioabfall“ berechnet.

Die Auswertungs- und Hochrechnungsmethode für Hausmüll und Bioabfall hat das Konsortium analog der in der Bundesweiten Hausmüllanalyse beschriebenen methodischen Vorgehensweise durchgeführt (Dornbusch et al. 2020, Kapitel 5, S. 44 bis 83). Die für die Bundesweite Hausmülluntersuchung zugrunde gelegte Untersuchungsplanung mit repräsentativen Stichproben (Behälter am Grundstück auf örE-Ebene und örE auf Bundesebene) wurde für den Hausmüll und den Bioabfall übernommen. In den Planungen für die vorliegende Studie wurde sichergestellt, dass Stichproben für alle Schichten und Kampagnen für die Auswertung und Hochrechnung verfügbar waren.

In Tabelle 1 sind die ermittelten Mengen und Zusammensetzungen der Abfallarten der gemischten Siedlungsabfälle in komprimierter Form dargestellt. Für die Ermittlung der AKO wurden die Abfallmengen für das BJ 2019 herangezogen, da die Abfallmengen des BJ 2020 zum Zeitpunkt der Ermittlung der AKO noch nicht vorlagen. Insgesamt wurden im BJ 2019 21.915.753 t Abfälle für die Abfallschlüssel 20 03 01 01, 20 03 01 04 und 20 03 01 02 erfasst. Dies entspricht einer jährlichen Abfallmenge von durchschnittlich 264 kg je Einwohner für diese Abfallschlüssel. An LMA wurden im BJ 2019 in diesen Abfallschlüsseln insgesamt 6.457.356 t erfasst. Dies entspricht einer jährlichen Abfallmenge von durchschnittlich 78 kg je Einwohner für diese Abfallschlüssel im BJ 2019.

Der durchschnittliche gewichtete Anteil an LMA (AKO für gemischte Siedlungsabfälle) beträgt 29 %. Im Hausmüll liegt der AKO bei 33 %, im Bioabfall bei 36 % und im hausmüllähnlichen Gewerbeabfall annäherungsweise bei ca. 4 %. Für den Abfallschlüssel „gemischte

Siedlungsabfälle, nicht differenzierbar – 20 03 01 00“ lagen zum Zeitpunkt der Untersuchung keine Informationen über die Zusammensetzung dieses Abfallstroms vor. Aus diesem Grund wurde für diesen Achtsteller der durchschnittlich gewichtete Anteil an LMA von 29 % übernommen. Die AKO wurden für das BJ 2020 mit den Abfallmengen des BJ 2020 multipliziert, um die LMA-Mengen zu berechnen.

Tabelle 1: Abfallkoeffizienten für die gemischten Siedlungsabfälle nach Abfallschlüsselnummern (20 03 01) im Berichtsjahr 2019

Abfallströme	Jahresmenge t/Jahr	Einwohnerspezifische Jahresmenge kg/(Einwohner*Jahr)	Zusammensetzung Masse %
Hausmüll (20 03 01 01) ¹	12.942.801	155,6	100,0
Organik	4.886.675	58,8	37,8
Lebensmittelabfälle	4.290.937	51,6	33,2
Küchenabfälle ²	2.196.516	26,4	17,0
Nahrungsabfälle ³	1.309.520	15,7	10,1
verpackte Lebensmittel (netto)	784.901	9,4	6,1
Bioabfall (20 03 01 04) ⁴	5.701.952	68,6	100
Organik	4.566.878	54,9	80,1
Lebensmittelabfälle	2.035.579	24,5	35,7
Küchenabfälle ²	1.396.957	16,8	24,5
Nahrungsabfälle ³	607.679	7,3	10,7
verpackte Lebensmittel (netto)	30.943	0,4	0,5
Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall (20 03 01 02) ⁵	3.271.000	39,3	100
Organik	327.100	3,9	10
Lebensmittelabfälle	130.840	1,6	4
gemischte Siedlungsabfälle, nicht differenzierbar (20 03 01 00) ⁶	-	-	29
Summe (20 03 01)	21.915.753	263,5	-
Lebensmittelabfälle (20 03 01)	6.457.356	77,6	-

¹ Aus den OERE der Bundesländer BJ 2019 (StBA 2021), gerundete Werte.

²Küchenabfälle = LMA vor Verzehr, z.B. Obstschalen.

³ Nahrungsabfälle = LMA „nach“ Verzehr, z.B. Speisereste.

⁴ Aus den Abfallbilanzen der Bundesländer BJ 2019, gerundete Werte.

⁵ Aus der Abfallbilanz des StBA BJ 2019 (StBA 2022), gerundete Werte.

⁶Zum Zeitpunkt der Untersuchung lagen keine Informationen über die Zusammensetzung dieses Abfallschlüssels vor.

Quellen: Abfallbilanzen der Bundesländer 2019; StBA 2021; StBA 2022; eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

Die Auswertungen bezüglich der Einflussgrößen „Siedlungsstruktur“, „getrennt erfasste Bioabfallmenge“ bzw. „Anschlussgrad an die getrennte Bioabfallsammlung“, „Gebührensystem und Bebauungsstruktur für Hausmüll und Bioabfall“ zeigten, dass das Abfallaufkommen und damit auch zusammenhängend das LMA-Aufkommen überwiegend durch die Siedlungs- und Bebauungsstruktur geprägt wurden.

Das durchschnittliche Pro-Kopf-Hausmüllaufkommen wie auch die darin enthaltenen LMA nehmen mit der Siedlungsdichte sowie mit dichter werdender Bebauungsstruktur erkennbar zu. Für Bioabfall verhält es sich umgekehrt. Für die LMA aus Privathaushalten bedeutet dies, dass sich nur geringe Unterschiede im Wegwerfverhalten von LMA zwischen diesen Schichten ergeben. Für die nach Schichten getrennt erfasste Bioabfallmenge, Gebührensystem und Anschlussgrad an die getrennte Bioabfallsammlung kann eine Interkorrelation mit der Siedlungs- und Bebauungsstruktur angenommen und damit ähnliches Verhalten vermutet werden.

Abfallkoeffizienten für übrige Abfallschlüssel

Neben AKO für die gemischten Siedlungsabfälle hat das Konsortium unter anderem die Abfallströme für die Bereiche „Primärerzeugung“, „Verarbeitung und Herstellung“, „Einzelhandel und andere Formen des Vertriebs von Lebensmitteln“ sowie „Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen“ untersucht und AKO ermittelt (mit Ausnahme des Abfallschlüssels 20 03 01 „gemischte Siedlungsabfälle“).

Um eine möglichst belastbare Ausgangsbasis für die Erfüllung der anstehenden Berichtspflicht zu gewährleisten, hat die USTUTT Verbands- bzw. Unternehmensbefragungen der Entsorgungswirtschaft mithilfe eines Online-Fragebogens durchgeführt. Der versendete Fragebogen wurde am 18. Februar 2022 per E-Mail an insgesamt 748 Empfänger versendet. Die Frist für die Beantwortung endete am 14. März 2022. Bei den Befragten handelt es sich um Unternehmen aus der deutschen Entsorgungswirtschaft bzw. um Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen in Deutschland, z. B. Müllverbrennungsanlagen, Bioabfallvergärungsanlagen, Kompostanlagen und mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen. In der Online-Umfrage hat die USTUTT die Mengen und AKO der übrigen Abfallschlüssel abgefragt. Diese umfassen alle Abfallschlüssel, die der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1597 vorgibt, mit Ausnahme des Abfallschlüssels 20 03 01 (gemischte Siedlungsabfälle). Außerdem wurden acht der genannten Abfallschlüssel nicht in der Online-Befragung berücksichtigt, da sie im BJ 2019 keine mengenmäßige Relevanz⁴ aufwiesen.

Die Rücklaufquote der Befragung lag bei 13,5 % bzw. 101 beantworteten Fragebogen, von denen 49 (6,6 %) verwertbare Datensätze enthielten. Die USTUTT hat die Ergebnisse der Untersuchung ausgewertet und AKO in Bezug auf die relevanten Abfallschlüssel gebildet. Dabei zeigte sich, dass die befragten Unternehmen aus der Abfallwirtschaft einen wichtigen Beitrag zur AKO-Ermittlung für einen Großteil der Abfallschlüssel liefern können. Für insgesamt 13 Abfallschlüssel lagen keine verwertbaren Angaben in den Rückmeldungen der Online-Befragung vor. In Anbetracht der Rücklaufquote, der vorhandenen Datenlücken und des bei den Befragten vorliegenden Datenbestandes kann die Online-Befragung die Anforderungen einer repräsentativen Stichprobe nicht erfüllen. Gleichwohl handelt es sich bei den erhobenen Daten um die bestverfügbaren Informationen zum Zeitpunkt der Erhebung, da die deutsche Entsorgungswirtschaft im Kalenderjahr 2022 erstmals hinsichtlich des Lebensmittelabfallaufkommens befragt wurde.

⁴ Abfallschlüssel, deren Abfallmenge im BJ 2019 weniger als 1.000 t betrug, wurden als mengenmäßig irrelevant eingestuft.

Eigenkompostierung

Darüber hinaus mussten bei der LMA-Berechnung für das BJ 2020 nach Eurostat-Vorgaben die über die Eigenkompostierung (EK) verwerteten LMA-Mengen berücksichtigt werden. Aufgrund einer lediglich bedingt belastbaren Datenlage konnte dies nur als Annäherung, also als grobe Abschätzung einer annähernden Größenordnung, erfolgen.

Zur Abschätzung der eigenkompostierten LMA hat das Konsortium die Ergebnisse zweier Studien berücksichtigt. Einerseits ist dies eine Studie der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK SE) zum LMA-Aufkommen aus privaten Haushalten (Hübsch 2021). Ergänzend wurde die vom Thünen-Institut (TI) veröffentlichte Studie „Baseline 2015“ (Schmidt et al. 2019) hinzugezogen.

Konkret wurde der Anteil der eigenkompostierten LMA an allen LMA, die in privaten Haushalten anfallen, aus der GfK SE-Studie verwendet. Die Gesamtmenge der LMA, die in privaten Haushalten anfallen, wurde der Baseline 2015 entnommen. Dementsprechend wurden, als Auswertung beider Studien, die über die EK verwerteten LMA auf jährlich 1,117 Mio. t bzw. durchschnittlich 13,6 kg je Einwohner geschätzt.

Ergebnis

Durch die Multiplikation der Ergebnisse der modifizierten Datenbasis mit den jeweiligen AKO ergibt sich unter Berücksichtigung der eigenkompostierten Mengen die gesamte Menge an LMA in Deutschland für das BJ 2020. Die folgende Tabelle 2 stellt diese pro Stufe der LMK dar.

Tabelle 2: Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2020¹

Stufe der Lebensmittelkette – Nummer	Stufe der Lebensmittelkette – Bezeichnung	Lebensmittelabfälle in 1000 t	Lebensmittelabfälle in %
1	Primärerzeugung	178	2
2	Verarbeitung und Herstellung	1.594	15
3	Einzelhandel und andere Formen des Vertriebs von Lebensmitteln	774	7
4	Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen	1.877	17
5	private Haushalte	6.496	59
Insgesamt		10.919	100

¹ Hierbei handelt es sich um korrigierte Werte, die auf Basis der Gutachterlichen Einschätzung des Konsortiums berechnet wurden. Hieraus resultieren Abweichungen zu den Ergebnissen, die zum 30. Juni 2022 an die EU-Kommission berichtet wurden.

Quelle: StBA 2023a

Empfehlungen zur Optimierung der Berichterstattung

Daneben hat das Konsortium Optimierungspunkte der Berichterstattung ermittelt und - empfehlungen formuliert.

In der EU-Berichterstattung für das BJ 2020 wurden lediglich diejenigen Abfälle berichtet, die im Rahmen des Abfallmanagementsystems erfasst werden. Daher ist die Datenlage in dieser Hinsicht ggf. nicht vollständig. Eine weitere Datenlücke besteht u. a. bei der Menge an Feuchtigkeit, die potenziell vor der Messung der Abfälle verloren geht.

Die AKO von Bioabfall und Hausmüll müssen regelmäßig, d. h. mindestens alle vier Jahre, ermittelt werden. Bisher basieren die AKO für Bioabfall und Hausmüll auf der Methodik der Bundesweiten Hausmüllanalyse (Dornbusch et al. 2020). Um eine AKO-Fortschreibung zu gewährleisten, kann laut dem Konsortium die für die erstmalige Berichterstattung verwendete Methode zur Ermittlung der AKO für Hausmüll und Bioabfall für die zukünftigen Berichterstattungen angewandt werden.

Die Datenbasis zur Zusammensetzung der getrennt von Hausmüll angelieferten oder eingesammelten hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle (20 03 01 02) ist laut dem Konsortium sehr lückenhaft. Um einen belastbaren und aktuellen AKO für diesen Abfallschlüssel zu ermitteln, sollten entweder neuere Abfallsortieranalysen durchgeführt oder eine andere Erhebungsmethodik (siehe „übige Abfallschlüssel“) verwendet werden. Die gleiche Empfehlung gilt für den Abfallschlüssel „gemischte Siedlungsabfälle nicht differenzierbar“ (20 03 01 00).

Eine weitere Datenlücke besteht bei der Zusammensetzung der übrigen Abfallschlüssele. Hier besteht dringender Forschungsbedarf. Generell empfiehlt das Konsortium für die zukünftige Berichterstattung, weitere Erhebungen, Recherchen und Analysen zur Ermittlung der AKO der übrigen Abfallschlüssele durchzuführen. Dabei sei es notwendig, die Datenlage durch physische Erhebungen und einen größeren Stichprobenumfang zu verbessern. Um valide Aussagen bzgl. des Stichprobenumfangs von Abfallsortieranalysen in den Stufen 1 bis 4 der LMK treffen zu können, müsste laut Konsortium zunächst ein Rahmenkonzept erarbeitet und definiert werden. Insgesamt sei die Entwicklung eines systematischen Vorgehens bezüglich der Stichprobenplanung und Analysemethode an dieser Stelle besonders wichtig.

Empfehlungen für die zukünftige Berichterstattung

Für die zukünftige Berichterstattung wird die Nutzung aller verfügbaren Datenquellen empfohlen, wobei jeweils den validierten Daten der Vorzug gegeben werden sollte. Physische Daten, wie zum Beispiel Abfallstatistiken, ergänzt um physische Angaben zur Abfallzusammensetzung, repräsentieren in diesem Zusammenhang die verlässlichste Datengrundlage.

Handlungsempfehlungen zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen

Neben der Ermittlung der AKO hat das Konsortium Handlungsempfehlungen zur LMA-Reduzierung erarbeitet.

Angesichts der unterschiedlichen Vermeidungspotenziale von LMA empfiehlt sich laut dem Joint Research Institute (JRC) der EU eine Spezifizierung der relativ allgemein formulierten Zielvorgaben von SDG 12.3 für die jeweiligen Bereiche der LMK sowie für einzelne Branchen. Die Erarbeitung und Fortschreibung einer umfassenden Datenbasis ist deshalb der Schlüssel für eine nachhaltige Systemoptimierung. Laut JRC sollen sektor- und branchenspezifische Vermeidungsziele definiert werden, die sich unter anderem an den tatsächlichen Vermeidungspotenzialen orientieren. Die Ziele sollen „SMART“ (Spezifisch, messbar, ausführbar, relevant, terminiert) sein und anhand von Leistungsindikatoren gemessen werden. Leistungsindikatoren können zum Beispiel durch ein Monitoring von Abfall- und Verlustmengen in Bezug auf Produktionsmengenformuliert werden, um dadurch die Effizienz von Prozessen messbar zu machen. Dieses Vorgehen wird in Deutschland unter anderem von den Dialogforen teilweise umgesetzt und entsprechende Daten erhoben.

Summary

Background

About eleven million tonnes of food are disposed of as waste along the food supply chain in Germany every year (StBA 2023a). Globally, it was 2011 about 1.3 billion tons - about a third of the food produced (Gustavsson et al. 2011). The current figures from the Food and Agriculture Organization of the United Nations show that around 13.8 %⁵ of food is lost as food losses (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2019). The Food Waste Index Report (2021) estimates food waste from the household, retail establishments and the food service industry at a total of around 931 million tonnes per year (United Nations Environment Program 2021). The food that is not consumed uses up enormous amounts of agricultural land and causes about 8 % of greenhouse gas emissions (Mbow et al. 2019). Article 9 of the EU Waste Framework Directive (“Waste Prevention”) and Directive (EU) 2018/851 Recital Number 31, based on Sustainable Development Goal 12.3, provides for halving the per capita food waste at retail and consumer level and reducing food losses along the production and reduce supply chains.

In 2019, the European Commission issued two more specific decisions, the Delegated Decision (EU) 2019/1597 on the methodology for measuring food waste and the Implementing Decision (EU) 2019/2000 on the transmission format of the reports. These EU legal acts, in addition to the Waste Framework Directive, require Member States to measure and report the mass of food waste to the EU Commission annually, for the first time by 30 June 2022 for the reporting year 2020. Based on these legal provisions, Germany had to comply with its first reporting obligation on food waste for the reporting year 2020 by 30 June 2022. Thereafter, Germany must continue to record the mass of food waste annually and report to the EU Commission.

For the first reporting year 2020, the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Nuclear Safety and Consumer Protection and the Umweltbundesamt have commissioned the Federal Statistical Office for the EU reporting on food waste as part of this research project.

Objective of the research project

The objective of the research project is to prepare the first report to the EU Commission on food waste for the reporting year 2020. The Federal Statistical Office is to submit the results (including the quality control report) to the EU Commission by June 30, 2022 in accordance with EU specifications. In addition, suggestions for optimizing reporting are to be developed and instruments and measures for further reducing food waste are to be identified. As part of the research project, the derivation of reliable portions of food waste is to be determined with the help of waste coefficients for the waste that may contain food waste.

The national, official statistics can show the potential but not the actual amount of food waste in Germany. These surveys do not determine how high the proportion of food waste is in the total amount of waste for the respective waste code. The reason for this is that no distinction is made between food waste and non-food waste for the waste codes according to the European Waste Catalogue. For the purpose of the amount of food waste, the waste quantities per waste code (according to the database) must therefore be multiplied by waste coefficients. The waste coefficient indicates the proportion of food waste (e.g. 45 %) that the waste code typically contains.

The determination of the waste coefficients and the amount of self-composted food waste as well as the identification of recommendations for action to reduce food waste was carried out by

⁵ This information relates to the areas of primary production, processing and manufacturing as well as wholesale.

a subcontractor within the research project. These tasks are performed by a consortium consisting of the “Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH”, “ARGUS-Statistik und Informationssysteme in Umwelt und Gesundheit GmbH (ARGUS)”, the “Institut für Abfall, Abwasser und Infrastruktur-Management GmbH (INFA) ” and the “Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart”.

Legal basis

The definition of "food" is given in Regulation (EC) Number 178/2002 of the European Parliament and Council and includes food as a whole, along the entire food supply chain from production to consumption.

According to the Delegated Decision (EU) 2019/1597, the reporting includes at least the waste codes from the European Waste Catalog for types of waste which usually also include food waste. All waste to be considered is listed in Annex II.

Creation of the data basis

In the first step, the Federal Statistical Office examined the national official waste statistics for their relevance to food waste. Subsequently, the Federal Statistical Office generated the data base on the basis of selected official waste statistics and the relevant waste codes collected there, which may contain food waste. Delegated Decision (EU) 2019/1597 provides guidance on the waste codes to be included from the European Waste Catalogue. The Federal Statistical Office used the following four national official waste statistics to determine the volume:

- ▶ Survey of waste disposal,
- ▶ Survey on the processing and recycling of construction and demolition waste,
- ▶ Survey of landfill construction measures and
- ▶ Survey of the Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal.

The Federal Statistical Office has distributed the identified waste to the respective economic sectors that produce this waste based on results of the official waste statistics. The Federal Statistical Office considered the results of the following national official waste statistics for the distribution:

- ▶ Survey of public waste disposal (household waste)
 - the amounts of waste are allocated to households,
- ▶ Survey of waste disposal
 - in-house waste is assigned to the economic sector of the respective company or disposal facility, and
- ▶ Survey of waste generation
 - Waste for which no information is available on its origin is assigned to the economic sectors according to the percentage distribution of extrapolated amounts of the individual waste codes.

The waste quantities distributed to the economic sectors were then assigned to the five stages of the food chain. Delegated Decision 2019/1597 indicates which economic sectors belong to which stages of the food supply chain: (1) “primary production”, (2) “processing and

manufacturing”, (3) “retail and other distribution of food”, (4) “restaurants and food services” and (5) “households”. The waste quantities were then added up at the level of the stages (balancing).

Modifications: Consideration of additional waste codes and commercial waste

The Federal Statistical Office modified the data basis in two aspects with regard to national circumstances.

The first modification consists of the consideration of additional waste codes at the stages of the food supply chain which Delegated Decision (EU) 2019/1597 does not expressly prescribe. Annex II of Delegated Decision (EU) 2019/1597 specifies which waste codes should be assigned to which stages of the food supply chain. The results of the national official waste statistics show that some waste codes also occur in stages of the food supply chain or in economic sectors that Delegated Decision (EU) 2019/1597 does not expressly name. These results can probably be attributed to the fact that, in addition to the primary economic activity, amounts of waste can also arise from secondary activities of companies. These are assigned to the economic activity of the main activity, even if the types of waste do not match the main activity. In addition, there is the possibility that companies do not always classify their waste strictly according to its origin in the European Waste List.

In order to give as complete a picture as possible of the amount of food waste in Germany, the Federal Statistical Office also considered these amounts of waste and assigned them to the respective stages of the food supply chain. No new or additional waste codes were used here; instead, the stages of the food supply chain were expanded to include waste codes that already occur at other stages and that can contain food waste.

A further modification consisted in excluding commercial waste at stage 5 of the food supply chain and redistribute this amount to stage 1 to 4 of the food supply chain. Household waste and, to a lesser extent, biowaste also always include a proportion of waste of commercial origin, the so-called commercial waste. This is collected together with household waste or organic waste from households. This is waste that is collected from small businesses, e. g., engineering offices, tax consultants, lawyers, etc. These are disposed of in the bins provided by the public waste disposal authority. This applies to the residual waste bin (waste code 20 03 01 01 – household waste⁶) and the organic waste bin (waste code 20 03 01 04 – organic waste⁷). Commercial waste is therefore included in households (stage 5 of the food supply chain), but originates from various economic sectors in stage 1 to 4 of the food supply chain.

The amount of commercial waste is calculated from the difference between the waste amounts from the public waste disposal authorities and the extrapolated amount of household waste from households. Commercial waste was removed from stage 5 of the food supply chain and redistributed to stages 1 to 4 of the food supply chain based on the results of the national official waste statistics (waste generation survey). The same distribution methodology was followed as described in the subchapter “Creation of the data basis”.

Waste coefficients for mixed municipal waste

The database determined by the Federal Statistical Office contains the amount of potential food waste in Germany, considering the specifications of Delegated Decision (EU) 2019/1597. For the purpose of calculating the amount of food waste, the waste quantities per waste code (according to the database determined) must therefore be multiplied by waste coefficients. The waste

⁶In this report, "household waste" is understood to mean the waste code "20 03 01 01 - household waste, commercial waste similar to household waste collected together via public waste disposal".

⁷In this report, "biowaste" is understood to mean the waste code "20 03 01 04 - waste from the organic waste bin".

coefficient indicates the proportion of food waste (e. g., 45 %) that the waste code typically contains. The Federal Statistical Office has subcontracted the determination of the waste coefficients within the research project to a consortium consisting of four institutes.

The area of mixed municipal waste essentially includes waste code 20 03 01. This includes household waste (20 03 01 01), commercial waste similar to household waste (20 03 01 02), non-differentiable mixed municipal waste (20 03 01 00) and organic waste (20 03 01 04).

The base quantities of municipal collection for household waste and organic waste are reported in the annual survey of public waste balance in the federal states for each public waste disposal authority. The base quantities for household-type commercial waste are collected from the annual survey at disposal plants by the official statistics (waste disposal survey).

The consortium determined the waste coefficients for the reporting year 2020 using secondary analyses from 2017 to 2022 (household waste and organic waste), literature evaluations and estimates from the consortium (commercial waste similar to household waste).

From the results of the mixed municipal waste collected by municipalities and commercial enterprises and the material compositions from secondary analyses and literature data, the consortium determined the absolute quantities, the resident-specific quantities and the percentage distributions by campaign and stratum and used them to calculate the waste coefficients for the waste streams “household waste”, “household-type commercial waste” and “biowaste”.

The evaluation and extrapolation method for household waste and biowaste was carried out by the consortium analogously to the methodological procedure described in the “Bundesweite Hausmüllanalyse” (Dornbusch et al. 2020, Chapter 5, pp. 34 to 66). The investigation plan used as a basis for the nationwide household waste investigation with representative random samples (containers on the property at the public waste disposal authority level and public waste disposal authorities at the federal level) was adopted for household waste and organic waste. When planning the food waste monitoring, it was ensured that samples for all shifts and campaigns were available for evaluation and extrapolation.

Table Tabelle 1 shows the determined quantities and compositions of the types of mixed municipal waste in compressed form. The waste quantities for the reporting year 2019 were used to determine the waste coefficients, since the waste quantities for the reporting year 2020 were not yet available at the time the waste coefficients were calculated. A total of 21,915,753 tonnes of waste were recorded for waste codes 20 03 01 01, 20 03 01 04 and 20 03 01 02 in the reporting year 2019. This corresponds to an annual waste volume of an average of 264 kilograms per inhabitant for this waste code. A total of 6,457,356 tonnes of food waste was recorded in these waste codes in the reporting year 2019. This corresponds to an average annual waste volume of 78 kilograms per inhabitant for these waste codes in the reporting year 2019.

The average weighted food waste fraction (waste coefficient for mixed municipal waste) is 29 %. The waste coefficient is rounded 33 % for household waste, rounded 36 % for organic waste and approximately 4 % for commercial waste similar to household waste. At the time of the investigation, no information was available on the composition of this waste stream for the waste code “Mixed municipal waste, not differentiated - 20 03 01 00”. Therefore, the average weighted proportion of food waste of 29 % was adopted for this eight-digit code. The waste coefficients for the reporting year 2020 were multiplied by the waste amounts for the reporting year 2020 to calculate the food waste amounts.

Table 1: Waste coefficients for mixed municipal waste according to waste code numbers (20 03 01) in the reporting year 2019

Waste streams	Annual amount t/year	Inhabitant-specific annual amount kg/(inhabitant*year)	Composition Mass %
Household waste (20 03 01 01) ¹	12,942,801	155.6	100.0
Organic waste	4,886,675	58.8	37.8
Food waste	4,290,937	51.6	33.2
Kitchen waste ²	2,196,516	26.4	17.0
Food scraps ³	1,309,520	15.7	10.1
Packaged food (net)	784,901	9.4	6.1
Organic waste (20 03 01 04) ⁴	5,701,952	68.6	100
Organic waste	4,566,878	54.9	80.1
Food waste	2,035,579	24.5	35.7
Kitchen waste ²	1,396,957	16.8	24.5
Food scraps ³	607,679	7.3	10.7
Packaged food (net)	30,943	0.4	0.5
Commercial waste similar to household waste (20 03 01 02) ⁵	3,271,000	39.3	100
Organic waste	327,100	3.9	10
Food waste	130,840	1.6	4
Mixed municipal waste, not differentiable (20 03 01 00) ⁶	-	-	29
Total (20 03 01)	21,915,753	263.5	-
Food waste (20 03 01)	6,457,356	77.6	-

¹ From the surveys of the public waste disposal of the federal states in the reporting year 2019 (Federal Statistical Office 2021), rounded values.

² Kitchen waste = Food waste before consumption, for example fruit peels.

³ Food scraps = Food waste after consumption, for example leftovers.

⁴ From the waste balance sheets of the federal states for the reporting year 2019, rounded values.

⁵ From the waste balance of the Federal Statistical Office for the reporting year 2019 (Federal Statistical Office 2022), rounded values.

⁶ At the time of the investigation, no information was available about the composition of this waste code.

Sources: Waste balances of the federal states 2019; Federal Statistical Office 2021; Federal Statistical Office 2022; own representation, Witzenhausen Institute, ARGUS, INFA, University of Stuttgart

The evaluations with regard to the influencing variables "settlement structure", "separately collected amount of organic waste" or "degree of connection to separate organic waste collection", "fee system and development structure for household waste and organic waste" showed that the waste volume and the associated food waste volume are mainly caused by the settlement - and building structure were shaped.

The average amount of household waste per capita, as well as the food waste it contains, increases noticeably with settlement density and with denser building structures. The opposite is true for organic waste. For food waste from households, this means that there are only small differences in the disposal behavior of food waste between these strata. An inter-correlation with the settlement and building structure can be assumed for the amount of organic waste recorded separately according to layers, the fee system and the degree of connection to the separate organic waste collection system, and similar behavior can thus be assumed.

Waste coefficients for other waste codes

In addition to waste coefficients for mixed municipal waste, the consortium has examined the waste streams for the areas "primary production", "processing and manufacturing", "retail and other distribution of food" and "restaurants and food services" and determined waste coefficients (with the exception of the waste code 20 03 01 "mixed municipal waste").

In order to ensure a starting point that is as reliable as possible for fulfilling the upcoming reporting obligation, the University of Stuttgart conducted association and company surveys in the waste management industry using an online questionnaire. The questionnaire that was sent out was emailed to a total of 748 recipients on February 18, 2022. The deadline for responses was March 14, 2022. The respondents are companies from the German waste management industry or operators of waste disposal plants in Germany, e. g., waste incineration plants, organic waste fermentation plants, composting plants and mechanical-biological waste treatment plants. In the online survey, the University of Stuttgart asked about the quantities and waste coefficients of the other waste codes. These include all waste codes specified in Delegated Decision (EU) 2019/1597, with the exception of waste code 20 03 01 (mixed municipal waste). In addition, eight of the waste codes mentioned were not included in the online survey because they were not quantitatively relevant in the reporting year 2019⁸.

The response rate to the survey was 13.5 % or 101 completed questionnaires, of which 49 (6.6 %) contained usable data. The University of Stuttgart evaluated the results of the study and formed waste coefficients in relation to the relevant waste codes. It was shown that the surveyed companies from the waste management sector can make an important contribution to determining the waste coefficients for a large part of the waste codes. There was no usable information in the responses to the online survey for a total of 13 waste codes. In view of the response rate, the existing data gaps and the data stock available to the respondents, the online survey cannot meet the requirements of a representative sample. Nevertheless, the data collected is the best available information at the time of the survey, since the German waste management industry was surveyed for the first time in calendar year 2022 with regard to the amount of food waste.

Home composting

In addition, the amounts of food waste recycled through in-house composting had to be considered in the food waste calculation for the reporting year 2020 in accordance with Eurostat specifications. Due to the fact that the data situation was only reliable to a limited extent, this could only be done as an approximation, i.e. as a rough estimate of an approximate order of magnitude.

To estimate self-composted food waste, the consortium considered the results of two studies. On the one hand, this is a study by the "Gesellschaft für Konsumforschung" (Society for Consumer

⁸Waste codes with less than 1,000 tons of waste in the 2019 reporting year were classified as irrelevant in terms of quantity.

Research) on the amount of food waste from households (Hübsch 2021). In addition, the study "Baseline 2015" (Schmidt et al. 2019) published by the "Thünen Institut" was consulted.

Specifically, the proportion of self-composted food waste in all food waste that occurs in households was used from the study by the "Gesellschaft für Konsumforschung" on food waste arising from households. The total amount of food waste that occurs in households was taken from the 2015 baseline. Accordingly, as an evaluation of both studies, the food waste recycled through self-composting was estimated at 1.117 million tons per year or an average of 13.6 kilograms per inhabitant.

Result

Multiplying the results of the modified database by the respective waste coefficients gives the total amount of food waste in Germany for the reporting year 2020, considering the amounts composted. Table 2 below shows Tabelle 2 each stage of the food supply chain.

Table 2: Food waste in Germany in the reporting year 2020¹

Food supply chain stage – number	Stage of the food supply chain – designation	food waste in 1000t	Food waste in %
1	primary production	178	2
2	processing and manufacturing	1,594	15
3	retail and other food distribution	774	7
4	restaurants and food services	1,877	17
5	households	6,496	59
total		10,919	100

¹ These are corrected values that were calculated on the basis of the expert assessment of the consortium. This results in deviations from the results reported to the EU Commission on June 30, 2022.

Source: Federal Statistical Office 2023a

Recommendations for optimizing reporting

In addition, the consortium identified aspects of optimization for reporting and formulated recommendations in this regard.

In the EU food waste reporting, reporting year 2020, only the waste recorded as part of the waste management system was considered. Therefore, data may not be complete in this regard. Another data gap is the amount of moisture that is potentially lost before the waste is measured.

The waste coefficients of organic waste and household waste must be determined regularly, id est at least every four years. So far, the waste coefficients for organic waste and household waste have been based on the methodology of the nationwide household waste analysis (Dornbusch et al. 2020). According to the consortium, in order to ensure that the waste coefficients are updated, the method used for the initial reporting to determine the waste coefficients for household waste and organic waste can be used for future reports.

According to the consortium, the database on the composition of commercial waste similar to household waste that is delivered or collected separately from household waste (20 03 01 02) is very incomplete. In order to determine a reliable and up-to-date waste coefficient for this waste code, either more recent waste sorting analyzes should be carried out or a different survey methodology (see "Waste coefficients for other waste codes") should be used. The same

recommendation applies to the waste code “mixed municipal waste cannot be differentiated” (20 03 01 00).

Another data gap is in the composition of the other waste codes. There is an urgent need for research here. In general, the consortium recommends carrying out further surveys, research and analyzes for future reporting to determine the waste coefficients of the other waste codes. It is necessary to improve the data situation through physical surveys and a larger sample size. According to the consortium, in order to be able to make valid statements regarding the sample size of waste sorting analyzes in stages 1 to 4 of the food supply chain, a framework concept would first have to be developed and defined. Overall, the development of a systematic approach to sample planning and analysis methods is particularly important at this point.

Recommendations for future reporting

For future reporting, the use of all available data sources is recommended, with preference being given to the more valid data. Physical data, such as waste statistics, supplemented by physical information on waste composition, represent the most reliable data basis in this context.

Recommendations for action to reduce food waste

In addition to determining the waste coefficients, the consortium has developed recommendations for action to reduce food waste.

In view of the different potential for avoiding food waste, according to the Joint Research Institute of the EU, it is advisable to specify the relatively generally formulated targets of the Sustainable Development Goal 12.3 for the respective areas of the food supply chain and for individual sectors. The development and updating of a comprehensive database is therefore the key to sustainable system optimization. According to the joint research, sector- and industry-specific abatement targets should be defined, which are based, among other things, on the actual abatement potential. The goals should be "SMART" (specific, measurable, achievable, relevant, time-bound) and measured using performance indicators. Performance indicators can be achieved, for example, by monitoring waste and loss quantities in relation to production quantities in order to make process efficiency measurable. This procedure is partly being implemented in Germany by the "Dialogforen", among others, and the corresponding data is being collected.

1 Hintergrund

Rund elf Millionen (Mio.) Tonnen (t) Lebensmittel (LM) werden in Deutschland jedes Jahr entlang der Lebensmittelversorgungskette als Abfall entsorgt (StBA 2023a). Weltweit waren es 2011 ca. 1,3 Mrd. t – etwa ein Drittel der produzierten LM (Gustavsson et al. 2011). Aus den aktuellen Zahlen der Food and Agriculture Organization of the United Nations geht hervor, dass ca. 13,8 %⁹ LM als LM-Verluste verloren gehen (Food and Agriculture Organization of the United Nations 2019). Der Food Waste Index Report (2021) schätzt Lebensmittelabfälle (LMA) aus den Bereichen Haushalt, Einzelhandel und der Lebensmittelindustrie auf insgesamt ca. 931 Mio. t pro Jahr (United Nations Environment Programme 2021). Die nicht verzehrten LM verbrauchen enorme Agrarflächen und verursachen ca. 8 % der Treibhausgasemissionen (Mbow et al. 2019). Die EU-Abfallrahmenrichtlinie (AbfRRL) Artikel 9 („Abfallvermeidung“) und die Richtlinie (EU) 2018/851 Erwägungsgrund Nummer (Nr.) 31 sehen in Anlehnung an das Sustainable Development Goal (SDG) 12.3 vor, die auf Ebene des Einzelhandels und auf Verbraucherebene pro Kopf anfallenden Lebensmittelabfälle LMA zu halbieren und die Verluste von LM entlang der Produktions- und Lieferketten zu reduzieren.

Die Europäische Kommission (EU-Kommission) hat im Jahr 2019 zwei konkretisierende Beschlüsse erlassen, den Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597 zur Methodik der Messung von LMA und den Durchführungsbeschluss (EU) 2019/2000 zum Übermittlungsformat der Berichte. Diese EU-Rechtsakte neben der AbfRRL verpflichten die Mitgliedstaaten, die Masse der entstandenen LMA jährlich zu messen und der EU-Kommission spätestens 18 Monate nach Ende des Berichtsjahres (BJ) zu berichten (erstmals für das BJ 2020 bis 30.06.2022).

Die Verringerung der Lebensmittelverschwendungen ist zudem Teil des neuen Aktionsplans für die Kreislaufwirtschaft der EU-Kommission (European Commission 2020) und wird derzeit mit der „Farm to Fork-Strategie“ („Vom Hof auf den Tisch“, F2F) umgesetzt.

Die Bundesregierung hat auf Vorschlag des BMEL im Februar 2019 eine „Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendungen“ beschlossen. Diese sieht einen sektorspezifischen Dialog mit Unternehmen aus der Primärproduktion, der Verarbeitung und Herstellung, dem Einzelhandel und anderen Formen des Vertriebs von LM, Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen und den privaten Haushalten („Dialogforen“) sowie koordinierende Gremien vor. Mit der Novellierung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) im Oktober 2020 wurde Artikel 9 Absatz 1 Buchstabe g) der AbfRRL (SDG 12.3) als § 33 Absatz 3 Nummer (Nr.) 2 Buchstabe g) in das KrWG übernommen. Konkret steht dort geschrieben: „Das Abfallvermeidungsprogramm [...] 2. sieht mindestens die folgenden Abfallvermeidungsmaßnahmen vor: [...] g) die Verringerung der Verschwendungen von Lebensmitteln in der Primärerzeugung, Verarbeitung und Herstellung, im Einzelhandel und bei anderen Formen des Vertriebs von Lebensmitteln, in Gaststätten und bei Verpflegungsdienstleistungen sowie in privaten Haushaltungen, um zu dem Ziel der Vereinten Nationen für nachhaltige Entwicklung beizutragen, bis 2030 die weltweit im Einzelhandel und bei den Verbrauchern pro Kopf anfallenden LMA zu halbieren und die Verluste von Lebensmitteln entlang der Produktions- und Lieferkette einschließlich Nachernteverlusten zu reduzieren, [...].“ (KrWG § 33 Absatz 3 Nr. 2 Buchstabe g).

Als Vorgabe der Nationalen Strategie hat eine ressortübergreifende Arbeitsgruppe Indikator SDG 12.3, bestehend aus dem BMEL und dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) sowie dem Thünen-Institut (TI), dem Umweltbundesamt (UBA) und dem Statistischen Bundesamt (StBA) ein Methodenpapier zur

⁹ Diese Angabe bezieht sich auf die Bereiche Primärproduktion, Verarbeitung und Herstellung sowie den Großhandel.

Berichterstattung entwickelt. Im Zuge der Beratungen dieser Arbeitsgruppe wurde ein Monitoring-Konzept entwickelt, das bei der Entsorgung der entstehenden Abfälle ansetzt. Ausgangspunkt ist das sogenannte „Food Waste Plug-In“, eine freiwillige zweijährliche Datenlieferung des StBA an die EU-Kommission für die BJ 2012 bis 2020. Das StBA hat dabei an Eurostat freiwillig das Aufkommen an Abfällen übermittelt, die LMA enthalten können. Die Teilmenge der tatsächlichen LMA hat das StBA den Vorgaben von Eurostat entsprechend beim Food Waste Plug-In wegen fehlender Daten (insbesondere Abfallkoeffizienten (AKO)) nicht ausgewiesen. Hierin unterscheidet sich das Food Waste Plug-In vom neu entwickelten Monitoring-Konzept. Außerdem unterscheiden sich das Food Waste Plug-In und der aktuelle Monitoring-Ansatz durch die Einbeziehung teilweise unterschiedlicher Abfallarten sowie Wirtschaftszweige (WZ).

Das BMUV und das UBA haben das StBA beauftragt, die verpflichtende EU-Berichterstattung für das erstmalige BJ 2020 zu übernehmen. Diese hat das UBA als Forschungsvorhaben im ReFoPlan 2021 (Ressortforschungsplan) mit dem Thema „Ermittlung der Lebensmittelabfälle in Deutschland im Jahr 2020, Erfüllung der Berichtspflicht gegenüber der EU-Kommission im Jahr 2022 und Ableitung von Handlungsempfehlungen“ an das StBA vergeben.

2 Begriffsbestimmungen

Zur besseren Verständlichkeit und Vermeidung von Unklarheiten sind nachfolgend relevante Begrifflichkeiten definiert.

- ▶ Abfallart/Abfallstrom
 - Entsprechend den Vorgaben der Abfallverzeichnisverordnung wird ein Abfall einer Abfallart zugeordnet, die aus dem sechsstelligen Abfallschlüssel und der Abfallbezeichnung besteht. Insgesamt gibt es 842 Abfallarten (BMUV 2023).
- ▶ Abfallkoeffizient (AKO)
 - Der AKO gibt den Anteil der LMA an der gesamten Abfallmenge des jeweiligen Abfallschlüssels an (z. B. 45 %).
- ▶ Abfallschlüssel (des Europäischen Abfallverzeichnisses)
 - Das Europäische Abfallverzeichnis ist maßgebend für die Abfallbezeichnungen in der EU. Es stuft die Abfälle überwiegend nach ihren Herkunftsbereichen ein. Unter der Abfalleinstufung ist die Zuordnung eines Abfalls zu einer Abfallart mit einem Abfallschlüssel zu verstehen. Ziel dieser Abfall-Klassifikation ist die europaweit einheitliche Abfallbezeichnung (UBA 2016).
 - Abfallschlüssel werden üblicherweise im Europäischen Abfallverzeichnis als sechsstellige Nummer (Sechssteller) aufgeführt. Für eine detailliertere Klassifikation werden in Deutschland teilweise achtstellige Nummern (Achtsteller) ausgewiesen.
- ▶ Bioabfall
 - Bioabfälle sind die von den entsorgungspflichtigen Körperschaften (öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger (örE)) oder im Auftrag der örE erfassten Bioabfallmengen, die über eine Biотonne gesammelt werden. Bioabfall kann auch geringe Mengen aus gewerblicher Herkunft enthalten.
In der Abfallstatistik werden die Mengen aus der Biотonne unter dem achtstelligen Abfallschlüssel „20 03 01 04 – Abfälle aus der Biотonne“ erfasst.
- ▶ Dialogforen
 - Die vom BMEL initiierten sektorspezifischen Dialogforen zielen darauf ab, dass die Teilnehmenden aus der Lebensmittelbranche, zivilgesellschaftlichen Organisationen, zuständigen Regierungsbehörden sowie der Wissenschaft Vereinbarungen zur Verringerung von LMA treffen und konkrete Maßnahmen für ihren jeweiligen Sektor entwickeln. Die Dialogforen umfassen die gesamte LMK, um die bestmöglichen Ansatzpunkte zur Reduzierung von Lebensmittelverschwendungen zu erkennen und die Implementierung sektorspezifischer Maßnahmenpläne anzustoßen (BMEL 2021).
- ▶ Gemischte Siedlungsabfälle
 - Siedlungsabfälle sind Abfälle aus privaten Haushalten und vergleichbaren Einrichtungen sowie hausmüllähnliche Abfälle aus Gewerbe und Industrie. Zu den Siedlungsabfällen zählen Haus- und Sperrmüll, Bio- und Grünabfälle sowie Wertstoffe wie Papier und Verpackungen (Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr (MUNV) des Landes

Nordrhein-Westfalen (NRW) 2022; BMUV 2020). Gemischte Siedlungsabfälle werden unter dem Abfallschlüssel 20 03 01 erfasst.

► Geschäftsmüll

- Der Hausmüll und in geringem Umfang auch der Bioabfall umfassen immer auch einen Anteil an Abfällen gewerblicher Herkunft, den sogenannten Geschäftsmüll, der gemeinsam mit dem Hausmüll bzw. dem Bioabfall aus privaten Haushalten eingesammelt wird.

► Hausmüll

- Hausmüll ist Abfall hauptsächlich aus privaten Haushalten, der von den entsorgungspflichtigen Kommunen selbst oder beauftragten Dritten regelmäßig gesammelt, transportiert und der weiteren Entsorgung zugeführt wird (Bundesregierung 1993). Der Hausmüll wird üblicherweise in der Restabfalltonne entsorgt und unter dem Abfallschlüssel 20 03 01 01 verzeichnet.

► Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall

- Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall unterscheidet sich vom Geschäftsmüll dadurch, dass dieser Abfallstrom in Abfallbehältern, die ausschließlich Gewerbebetrieben zugeordnet sind, getrennt von Hausmüll gesammelt wird.

► Kampagne

- Bei Kampagnen handelt es sich um Wiederholungsuntersuchungen einer bereits getätigten Untersuchung zur Analyse des zeitlichen Einflusses und zum Zwecke der Plausibilisierung. Bei der Hausmüll- und Bioabfallanalyse wurden jahreszeitliche Einflüsse durch je eine Untersuchungskampagne in der vegetationsarmen und in der vegetationsreichen Periode berücksichtigt. Eine Kampagne beginnt mit der Aufnahme der Analysetätigkeit vor Ort und endet mit Abschluss der Analysetätigkeit (Intecus 2016).

► Konsortium

- Die Ermittlung der AKO und der eigenkompostierten LMA sowie das Aufzeigen von Handlungsempfehlungen zur Reduzierung von LMA erfolgte durch einen Unterauftrag innerhalb des Forschungsprojekts. Diese Aufgaben hat ein Konsortium – bestehend aus dem Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH (WI), ARGUS-Statistik und Informationssysteme in Umwelt und Gesundheit GmbH (ARGUS), dem Institut für Abfall, Abwasser und Infrastruktur-Management GmbH (INFA) und dem Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart (USTUTT) – übernommen.

► Lebensmittelabfall (LMA)

- Die Definition von „Lebensmittel“ (LM) im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates versteht LM als Ganzes, entlang der gesamten Lebensmittelkette (LMK) von der Erzeugung bis zum Verbrauch. LM beinhalten auch nichtessbare Bestandteile, wenn diese bei der Erzeugung des LM nicht von den essbaren Bestandteilen getrennt wurden, z. B. Knochen, die dem zum menschlichen Verzehr bestimmten Fleisch anhaften. Daher können LMA auch Stücke umfassen, die teils aus aufzunehmenden LM und teils aus nicht aufzunehmenden LM bestehen.

► Nativ-organische Abfälle

- Nativ-organische Abfälle sind behandelte und unbehandelte Küchen- und Nahrungsabfälle, Gartenabfälle und sonstige organische Abfälle (Dornbusch et al. 2020).

► Schicht

- Eine Schicht ist eine Teilgesamtheit einer Grundgesamtheit (Dornbusch et al. 2020).
- Für die Analyse des Hausmülls und des Bioabfalls wurde als Datenerhebungsmethode eine mehrstufige geschichtete Zufallsstichprobe gewählt. Durch die geschichtete Vorgehensweise, bei der die Grundgesamtheit in mehrere Teilgesamtheiten (sogenannte Schichten) unterteilt wird, kann die Bedeutung angenommener Einflussgrößen untersucht werden (Dornbusch et al. 2020).
- Die folgenden Einflussparameter zur Schichtung der Grundgesamtheit haben Berücksichtigung bei der Stichprobenplanung für die Hausmüllanalysen gefunden: Siedlungsstruktur (Bundesebene), Gebührenstruktur (Bundesebene), getrennt erfasste Bioabfallmenge (Bundesebene), Bebauungsstruktur (örE-Ebene).

► Stoffgruppen

- Für die Bestimmung der Zusammensetzung werden die Abfallarten in ihre Bestandteile (Stoffgruppen) zerlegt. Diese Zerlegung erfolgt durch Sichtung (visuelle Zerlegung) oder Sortierung (händische Zerlegung) (Intecus 2016).

► Stufen der Lebensmittelkette (LMK)

- Die Stufen der LMK umfassen alle Schritte von der Erzeugung eines LM bis zum Verzehr durch den Endverbraucher. Der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1597 sieht folgende fünf Stufen der LMK vor: 1. Primärerzeugung, 2. Verarbeitung und Herstellung, 3. Einzelhandel und andere Formen des Vertriebs von Lebensmitteln, 4. Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen sowie 5. private Haushalte.

► Übrige Abfallschlüssel

- Als „übrige Abfallschlüssel“ werden in dieser Untersuchung alle Abfälle verstanden, die unter den im Delegiertem Beschluss (EU) 2019/1597, Anhang II, genannten Abfallschlüsseln erfasst werden. Hiervon ausgenommen ist der Abfallschlüssels 20 03 01 (gemischte Siedlungsabfälle). Dieser wird gesondert untersucht.

► Wirtschaftszweig (WZ)

- Als WZ bezeichnet man eine Gruppe von Unternehmen oder Einrichtungen, die im Rahmen ihrer wirtschaftlichen Tätigkeit ähnliche Produkte herstellen oder ähnliche Dienstleistungen erbringen (StBA 2023b). Im Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597 werden die WZ nach NACE-Rev.-2-Code (2008) angegeben.

3 Zielsetzung des Forschungsprojekts

Zielsetzung des Forschungsvorhabens ist die Erarbeitung des ersten Berichts an die EU-Kommission zu LMA für das BJ 2020. Das StBA übermittelte die Ergebnisse (einschließlich Qualitätskontrollbericht) entsprechend den EU-Vorgaben zum 30. Juni 2022 an die EU-Kommission. Darüber hinaus sollen in diesem Forschungsvorhaben Vorschläge zur Optimierung der Berichterstattung erarbeitet sowie Instrumente und Maßnahmen zur weiteren Reduzierung von LMA aufgezeigt werden. Zudem soll die Ableitung belastbarer Anteile von LMA mit Hilfe von AKO für die Abfallschlüssel, die LMA enthalten können, ermittelt werden.

Die nationalen, amtlichen Statistiken können die potenzielle, aber nicht die tatsächliche Menge an LMA in Deutschland ausweisen. Bei diesen Erhebungen wird nicht ermittelt, wie hoch der Anteil an LMA an der Gesamtabfallmenge des jeweiligen Abfallschlüssels ist. Dies liegt darin begründet, dass für die Abfallschlüssel nach dem europäischen Abfallverzeichnis keine Unterscheidung in LMA und Nicht-LMA vorgesehen ist. Zwecks Berechnung der LMA müssen die Abfallmengen je Abfallschlüssel (gemäß der ermittelten Datenbasis) deshalb mit AKO multipliziert werden. Der AKO gibt den Anteil der LMA an (z. B. 45 %), den der Abfallschlüssel typischerweise enthält.

Die Ermittlung der AKO und der eigenkompostierten LMA sowie das Aufzeigen von Handlungsempfehlungen zur Reduzierung von LMA erfolgte durch einen Unterauftrag innerhalb des Forschungsprojekts. Diese Aufgaben hat ein Konsortium – bestehend aus WI, ARGUS, INFA und der USTUTT – übernommen.

3.1 Untersuchungsinhalte

Das folgende Kapitel stellt die verschiedenen Untersuchungsinhalte des Forschungsprojekts dar. Die für das BJ 2020 an die EU-Kommission übermittelten Daten beziehen sich ausschließlich auf die Pflichtangaben aus dem Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597. Aus diesem Grund ist eine weitere Aufgliederung, etwa nach verschiedenen Produktgruppen, Abfallschlüsseln oder Angaben über freiwillig zu erhebende Abfälle, nicht erfolgt. Aussagen über den Anteil vermeidbarer LMA waren ebenfalls kein Bestandteil dieses Forschungsprojekts.

3.1.1 Datenermittlung aus amtlichen Abfallstatistiken

Im ersten Schritt soll die nationale, amtliche Abfallstatistik auf ihre Relevanz für LMA untersucht werden. Anschließend soll die Erstellung der Berechnungsgrundlage bzw. die Bilanzierung der Abfallmengen auf Basis ausgewählter amtlicher Abfallstatistiken und der dort erhobenen relevanten Abfallschlüssel erfolgen, die LMA enthalten können. Hierbei gibt der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1597 die einzubeziehenden Abfallschlüssel als Grundlage vor. Die identifizierten Abfälle sollen anhand der aktuellen Ergebnisse der amtlichen Statistik dem jeweiligen Abfall erzeugenden WZ zugeordnet werden, da diese Information nicht vollständig primär vorliegt. Des Weiteren sollen Informationen zum Anteil an Verpackungen bei verpackten LMA zusammengetragen werden.

3.1.2 Auswertung der Rechercheergebnisse und Ermittlung von Koeffizienten

Darauf aufbauend soll das vom StBA als Unterauftragnehmer beauftragte Konsortium AKO grundsätzlich für alle relevanten Abfallschlüssel ermitteln. Diese sollen, wenn möglich, auf der Grundlage von regional gewichteten Ergebnissen ermittelt werden und repräsentative Bundesdurchschnitte abbilden. Der Fokus der zu untersuchenden Abfallsortieranalysen soll auf dem Hausmüll und dem Bioabfall liegen, da die Gesamtabfallmengen dort am größten sind. Als

Unterstützung bei der Ermittlung der AKO kann, neben eigenen vorliegenden Abfallsortieranalysen des Konsortiums, auf Literaturrecherchen, Befragungen und die Einbindung von Dialogforen zurückgegriffen werden.

3.1.3 Berechnung der Daten für die Berichterstattung, Übermittlung der Daten an Eurostat, Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Reduzierung von LMA

Zuletzt sollen auf Basis der Ergebnisse der vorhergehenden Arbeitsschritte die ermittelten Daten zusammengetragen und für die Berichterstattung aufbereitet werden. Die Berechnung der Daten für die Berichterstattung soll gemäß Delegiertem Beschluss (EU) 2019/1597 sowie Durchführungsbeschluss (EU) 2019/2000 erfolgen. Hierbei sollen die identifizierten AKO den ermittelten Daten der entsprechenden Stufen der LMK zugeordnet werden. Am 30. Juni 2022 sollen die Daten an die statistische Behörde der EU-Kommission, Eurostat, übermittelt werden.

4 Rechtliche Vorgaben

4.1 Definition von Lebensmittelabfällen

Die Definition von „Lebensmittel“ im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates versteht LM als Ganzes, entlang der gesamten LMK von der Erzeugung bis zum Verbrauch. LM beinhalten auch nichtessbare Bestandteile, wenn diese bei der Erzeugung des LM nicht von den essbaren Bestandteilen getrennt wurden, z. B. Knochen, die dem zum menschlichen Verzehr bestimmten Fleisch anhaften. Daher können LMA auch Stücke umfassen, die teils aus essbaren LM und teils aus nicht essbaren LM bestehen.

Nicht zu LMA gehören die Verluste, die auf Stufen der LMK auftreten, auf denen bestimmte Erzeugnisse noch nicht als LM im Sinne des Artikels 2 der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 gelten, z. B. noch nicht geerntete, essbare Pflanzen. Darüber hinaus fallen auch keine Nebenprodukte aus der Erzeugung von LM darunter, die die Kriterien des Artikels 5 Absatz 1 der Richtlinie 2008/98/EG erfüllen, da es sich bei solchen Nebenprodukten (z. B. Federn und Schweineborsten) nicht um Abfall handelt. Für eine genauere LMA-Messung werden mit LMA vermischt Non-Food-Materialien (z. B. Verpackungen) so weit wie möglich abgeschätzt und aus der Masse der LMA herausgerechnet.

LM, die in der Regel als oder im Abwasser entsorgt werden, wurden in diesem Forschungsprojekt nicht berücksichtigt. Diese sind nicht verpflichtend zu berichten. Die Mengen an LMA wurden in metrischen t Frischmasse gemessen. Zudem erfordern die rechtlichen Vorgaben eine separate Messung von LMA auf jeder Stufe der LMK.

4.2 Rechtsgrundlagen

Die AbfRRL (2008/98/EG) sieht ab dem Bezugsjahr 2020 eine jährliche Berichtspflicht zum Aufkommen von LMA vor. Ziel der Berichterstattung ist es, die Umsetzung der Maßnahmen zur LMA-Vermeidung in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union auf der Grundlage einer gemeinsamen Methodik zu kontrollieren. Zudem sollen die Maßnahmen durch die Messung der Lebensmittelverschwendungen in den verschiedenen Stufen der LMK bewertet werden.

Die AbfRRL sieht in Artikel 9 („Abfallvermeidung“) in Anlehnung an das SDG 12.3 vor, die auf Ebene des Einzelhandels und auf Verbraucherebene pro Kopf anfallenden LMA zu halbieren und die Verluste von LM entlang der Produktions- und Lieferketten zu reduzieren.

Die EU-Kommission hat im Jahr 2019 zwei konkretisierende Beschlüsse erlassen, den Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597 zur Methodik der Messung von LMA und den Durchführungsbeschluss (EU) 2019/2000 zum Übermittlungsformat der Berichte. Diese EU-Rechtsakte verpflichten die EU-Mitgliedstaaten, die Masse der entstandenen LMA jährlich zu messen und der EU-Kommission zu berichten, und zwar erstmals bis zum 30. Juni 2022 für das BJ 2020.

Zudem hat die EU-Kommission diesbezüglich einen Leitfaden (Guidance) veröffentlicht (European Commission 2022). Dieser Leitfaden soll die harmonisierte Berichterstattung der Daten zu Lebensmittelverschwendungen und Lebensmittelüberschüssen unterstützen, indem er Hinweise und Erläuterungen auf der Grundlage der Bestimmungen der Rechtsakte und des methodischen Rahmens bereitstellt. Der Leitfaden wird voraussichtlich jährlich von der EU-Kommission aktualisiert.

5 Generierung der Datenbasis

Das folgende Kapitel erläutert den ersten Berechnungsschritt des Forschungsprojekts. Dieser umfasst die Erstellung der Datenbasis auf Grundlage der nationalen, amtlichen Abfallstatistiken.

Wie bereits beschrieben, können die nationalen, amtlichen Statistiken die potenzielle, aber nicht die tatsächliche Menge an LMA in Deutschland ausweisen. Bei diesen Erhebungen wird nicht ermittelt, wie hoch der Anteil an LMA an der Gesamtabfallmenge des jeweiligen Abfallschlüssels ist. Dies liegt darin begründet, dass für die Abfallschlüssel nach dem europäischen Abfallverzeichnis keine Unterscheidung in LMA und Nicht-LMA vorgesehen ist. Zwecks Berechnung der LMA müssen die Abfallmengen je Abfallschlüssel (gemäß der ermittelten Datenbasis) deshalb mit AKO multipliziert werden. Der AKO gibt den Anteil der LMA an (z. B. 45 %), den der Abfallschlüssel typischerweise enthält. Die Ermittlung der AKO wird in Kapitel 6 beschrieben.

5.1 Methodik

5.1.1 Datenbasis nach Vorgaben des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597

Die Datengrundlage basiert auf verschiedenen nationalen, amtlichen Abfallstatistiken, die gemäß Umweltstatistikgesetz (UStatG) erhoben werden (siehe Tabelle 3). Die berücksichtigten Erhebungen richten sich zwecks Entlastung der Berichtspflichtigen insbesondere an die Betreiber*innen der Abfallentsorgungsanlagen, Bauschuttaufbereitungsanlagen, Betriebe, die Abfälle erzeugen, und Kommunen. Die Statistischen Landesämter (StLÄ) befragen die Betreiber*innen mittels Online-Fragebogen und übermitteln die Länderergebnisse an das StBA.

Bei der Ermittlung der Datenbasis hat das StBA die im Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597, Anhang II, erwähnten Abfallschlüssel berücksichtigt. Die als Monitoring der Lebensmittelabfälle (MLMA) bezeichnete europäische Berichterstattung erfolgte durch Addition des Abfallaufkommens (in t Frischmasse) der relevanten Abfallschlüssel. Folgende vier nationale, amtliche Abfallstatistiken wurden für die Ermittlung des Aufkommens verwendet:

- ▶ Erhebung der Abfallentsorgung (AE)
- ▶ Erhebung über die Aufbereitung und Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen (BS)
- ▶ Erhebung der Deponiebaumaßnahmen (DepBau)
- ▶ Erhebung der Grenzüberschreitenden Verbringung von notifizierungspflichtigen Abfällen gemäß dem Basler Übereinkommen (GV).

Die dort erfassten Abfallmengen werden in Deutschland unmittelbar bei Eingang in die Abfallbehandlungsanlagen gewogen. Damit geschieht die Messung direkt nach der Abholung der Abfälle, d. h. vor jeglicher Behandlung, etwa Trocknung. Hierbei werden jeweils der Input aller registrierten Abfallentsorgungsanlagen erfasst und für jede aus dem Inland angelieferte (erzeugte) Abfallart die in der Anlage entsorgten Abfallmengen zusammengefasst.

In der AE werden Betreiber*innen von zulassungsbedürftigen Abfallentsorgungsanlagen jährlich nach Art, Herkunft und den Verbleib der behandelten Abfälle befragt. Dazu gehören auch Abfälle, die in den betriebseigenen Entsorgungsanlagen entsorgt werden. Abfallströme, die außerhalb von genehmigten Abfallbehandlungsanlagen direkt verwertet werden, werden nicht erhoben.

Die BS bezog das StBA vollständigkeitshalber in das Abfallaufkommen ein, obwohl bei den Ergebnissen dieser Erhebung lediglich geringe LMA-Mengen zu erwarten waren. Die BS wird

gemäß UStatG zweijährlich als Vollerhebung erhoben. In den (ungeraden) Zwischenjahren werden jeweils die Ergebnisse des Vorjahres verwendet. Vollständigkeitshalber hat das StBA ebenso die DepBau bei der Berechnung des Abfallaufkommens berücksichtigt. Auch bei dieser Erhebung waren lediglich geringe LMA-Mengen zu erwarten. Die DepBau wird gemäß dem UStatG jährlich als Vollerhebung durchgeführt.

Die auf Basis von AE, BS und DepBau¹⁰ ermittelten Daten wurden um die Mengen der GV vervollständigt. Die GV erfasst notifizierungspflichtige Abfallmengen, die ins Ausland exportiert (Direktexporte) sowie nach Deutschland importiert werden. Diese werden nach dem Basler Übereinkommen überwacht, für Deutschland vom UBA statistisch ausgewertet und an das StBA übermittelt. Im MLMA, BJ 2020, werden von der GV ausschließlich die von Deutschland exportierten Abfallmengen berücksichtigt. Die vollständigen Daten hierzu können unter folgendem Link eingesehen werden: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfallressourcen/grenzueberschreitende-abfallverbringung>.

Anschließend erfolgte die Verteilung des so ermittelten Aufkommens an Abfällen, die LMA enthalten können, auf die im Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597, Anhang I, aufgezählten WZ. Einige der im Delegierten Beschluss genannten Abfallschlüssel kommen in Deutschland auch in weiteren Stufen der LMK bzw. in weiteren WZ vor, die der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1597 nicht ausdrücklich vorgibt. Weiterführende Erläuterungen hierzu enthält das Kapitel 5.1.2.1.

Die Verteilung der Abfälle, die LMA enthalten können, erfolgte anhand von drei nationalen, amtlichen Abfallstatistiken, die Informationen über den WZ des Abfallerzeugers liefern:

- ▶ Erhebung der öffentlich-rechtlichen Abfallentsorgung (Haushaltsabfälle) (OERE),
- ▶ Erhebung der Abfallentsorgung (AE),
- ▶ Erhebung der Abfallerzeugung (AEU).

Die OERE des StBA erfasst jährlich das Aufkommen, die Verwertung und die Beseitigung der von den öRE bei den privaten Haushalten eingesammelten Abfälle unterteilt nach Bund und Ländern. Die OERE der Bundesländer veröffentlicht zusätzlich Daten auf Kreisebene. Dies schließt Haushaltsabfälle aus gewerblichen und gemeinnützigen Sammlungen ein, sofern hierzu Angaben vorliegen. Als Haushaltsabfälle gelten ausschließlich bestimmte Abfallarten des Kapitels 20 (Siedlungsabfälle) und der Gruppe 15 01 (Verpackungen) des Europäischen Abfallverzeichnisses, die durch eine Arbeitsgruppe aus Vertreter*innen der obersten Abfallbehörden der Länder, des BMUV, des UBA, des StBA und der StLÄ als überwiegend haushaltstypisch definiert wurden. Die Haushaltsabfälle lassen sich in die Hauptabfallströme Hausmüll, Sperrmüll, getrennt erfasste organische Abfälle (Bioabfall), getrennt erfasste Wertstoffe, Elektroaltgeräte und sonstige getrennt gesammelte Abfälle unterteilen. Diese werden jeweils unter achtstelligen Abfallschlüsseln erfasst, die nicht im Europäischen Abfallverzeichnis aufgeführt sind. Im MLMA, BJ 2020, wurden anhand der OERE die Abfallmengen von 20 03 01 01 (Hausmüll) und 20 03 01 04 (Bioabfall) von dem übergeordnetem Sechssteller 20 03 01 (gemischte Siedlungsabfälle) abgezogen und den privaten Haushalten zugeordnet. Die Restmengen des Abfallschlüssels 20 03 01 – bestehend aus den beiden Achtstellern „20 03 01 00 – gemischte Siedlungsabfälle, nicht differenzierbar“ und „20 03 01 02 – hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, getrennt vom Hausmüll angeliefert oder eingesammelt“ – wurden anschließend anhand der prozentualen Ergebnisse der AEU auf die Stufen 1 bis 4 der LMK verteilt.

¹⁰ Im BJ 2020 lagen keine potenziellen LMA-Mengen in der DepBau vor.

Im MLMA, BJ 2020, wurden anhand der AE Abfallmengen aus betriebseigenen Entsorgungsanlagen dem WZ des jeweiligen Betriebs bzw. der Abfallentsorgungsanlage zugeordnet bzw. verteilt. Beispielsweise wurden in der AE die spezifischen Abfallmengen des Abfallschlüssels 02 03 05 (Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe- und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung) direkt unter dem WZ 10.3 (Obst- und Gemüseverarbeitung) gemeldet. So wurden diese spezifischen Abfallmengen im MLMA, BJ 2020; direkt auf den Herkunfts-WZ (10.3) verteilt.

Die AEU ist eine vierjährige Vollerhebung mit Abschneidegrenzen. Es dürfen laut UStatG maximal 20.000 Betrieben befragt werden. Die Größe der zu befragenden Betriebe variiert mit den WZ, beträgt jedoch mindestens 50 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte. Durch die Befragung größerer Betriebe ab einer bestimmten Beschäftigtenzahl wird zum einen ein möglichst großer Teil der in Deutschland erzeugten Abfallmenge abgedeckt und zum anderen werden die kleineren Betriebe entlastet. In den Zwischenjahren werden jeweils die Ergebnisse der Vorerhebung genutzt. Die Daten für die EU-Berichterstattung, BJ 2020, stammen aus dem BJ 2018. Die AEU gibt an, zu wie viel Prozent die Abfallmengen pro Abfallschlüssel auf jedem WZ auftreten. Anhand des AEU-Ergebnisses (Ermittlung des Anteils der Abfallmenge des Herkunftsbereichs je Abfallschlüssel) wurden die Abfallmengen aus der AE, BS, DepBau und GV auf WZ verteilt, zu deren Herkunft bislang keine Hinweise vorlagen. Diese nachträgliche Zuordnung der Abfälle zu den WZ war notwendig, da die Herkunft der Abfälle (WZ) nicht für alle Abfallmengen bekannt war. Die AEU generiert somit keine eigenen Abfallmengen, sondern dient im MLMA, BJ 2020, ausschließlich zur Verteilung der ermittelten Abfälle aus der AE, BS, DepBau und GV. Gemäß der AEU kommt beispielsweise der Abfallschlüssel 02 06 99 (Abfälle aus der Herstellung von Back- und Süßwaren: Abfälle anderweitig nicht genannt) zu 99 % im WZ 10.7 (Herstellung von Back- und Teigwaren) und zu 1 % im WZ 10.8 (Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln) vor. Diese prozentuale Verteilung dient als Basis, um die ermittelten und aufsummierten Abfälle aus der AE, BS, DepBau und GV den Herkunfts-WZ zuzuordnen.

Die zur Ermittlung der LMA verwendeten nationalen, amtlichen Abfallstatistiken werden validiert und unterliegen einem ständigen Qualitätsmanagement im Statistischen Verbund mit allen beteiligten StLÄ. Das gesamte Datenmaterial der Länder wird dort nach der manuellen Prüfung zusätzlich maschinell geprüft. Die Meldedaten werden – neben weiteren Plausibilitätsprüfungen – u. a. mit den Vorjahresergebnissen verglichen. Bei Unstimmigkeiten halten die StLÄ Rücksprache mit den Auskunftgebenden. Die einzelnen Prüfungen werden aufgrund von Erfahrungswerten bzw. Entwicklungen jährlich in Absprache zwischen StBA und den StLÄ überprüft und bei Bedarf angepasst.

Die vergleichbare Verschlüsselung der entsorgten Abfallarten nach dem Europäischen Abfallverzeichnis bestimmt maßgebend die Qualität der Abfallstatistik. Eine Kontrolle der direkten Zuweisung von Abfallarten zu Abfallschlüsseln ist durch Plausibilitätsprüfungen lediglich bedingt möglich. Die StLÄ pflegen einen engen Kontakt mit den Auskunftspflichtigen, sodass durch Rückfragen, Vorjahresvergleiche und maschinelle Plausibilisierung ein hoher Qualitätsgrad erreicht wird.

Ausführliche Informationen zur Qualität und Hinweise zur Methodik der zuvor genannten Erhebungen enthalten die vom StBA veröffentlichten Qualitätsberichte unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/_inhalt.html#sprg414834.

Tabelle 3: Datenbasis aus der nationalen amtlichen Abfallstatistik für das Berichtsjahr 2020

AE - BJ 2020	BS - BJ 2020	DepBau - 2020	GV - BJ 2020	AEU - BJ 2018	OERE - BJ 2020
Erhebung der Abfallentsorgung	Erhebung über die Aufbereitung und Verwertung von Bau- und Abbruchabfällen	Erhebung der Deponiebau- maßnahmen	Erhebung der Grenzüber- schreitenden Verbringung von notifizierungs- pflichtigen Abfällen gemäß dem Basler Übereinkommen	Erhebung der Abfallerzeugung	Erhebung der Haushaltsabfälle bei den öffentlich-rechtlichen Entsorgungs-trägern
§ 3.1 UStatG	§ 5.1 UStatG	§ 3.1 UStatG	§ 4.2 UStatG	§ 3.3 UStatG	§ 3.2 UStatG
jährliche Vollerhebung	zweijährliche Vollerhebung (gerade Jahre)	jährliche Vollerhebung	jährliche Vollerhebung	vierjährige Teilerhebung	jährliche Vollerhebung
Verwendung: Berechnung des Abfallaufkommens	Verwendung: Berechnung des Abfallaufkommens	Verwendung: Berechnung des Abfallaufkommens	Verwendung: Berechnung des Abfallaufkommens	-	-
Verwendung: Verteilung auf die WZ	-	-	-	Verwendung: Verteilung auf die WZ	Verwendung: Verteilung auf die WZ

Quelle: Eigene Darstellung, StBA

Die auf die WZ verteilten Abfallmengen wurden anschließend den fünf Stufen der LMK zugeordnet. Der Delegierte Beschlusses (EU) 2019/1597 gibt in Anhang I vor, welche WZ zu welchen Stufen der LMK gehören. Anschließend wurden die Abfallmengen auf Ebene der Stufen addiert (Bilanzierung).

5.1.2 Modifikationen der Datenbasis

Für das erstmalige BJ 2020 hat das StBA zwecks bestmöglichster Erfüllung der europäischen Berichtspflicht folgende Modifikationen der Datenbasis vorgenommen:

1. Berücksichtigung eines Teils der im Delegiertem Beschluss (EU) 2019/1597 genannten Abfallschlüssel auf weiteren Stufen der LMK, die dieser nicht ausdrücklich vorgibt. Die Auswahl der Abfallschlüssel und der für sie zu berücksichtigenden Stufen der LMK erfolgte auf Grundlage der Ergebnisse der nationalen, amtlichen Abfallstatistiken.
2. Herausrechnen des Geschäftsmülls aus Stufe 5 der LMK mit anschließender Umverteilung auf die Stufen 1 bis 4 der LMK.

5.1.2.1 Berücksichtigung zusätzlicher Abfallschlüssel

Anhang II des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597 gibt vor, welche Abfallschlüssel welchen Stufen der LMK zugeordnet werden sollen. Dem StBA liegen aus den Ergebnissen der nationalen, amtlichen Abfallstatistik Informationen vor, dass einige Abfallschlüssel auch in Stufen der LMK bzw. in WZ vorkommen, die der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1597 nicht ausdrücklich

benennt. So tritt beispielsweise laut Delegiertem Beschluss (EU) 2019/1597 der Sechssteller „20 03 01 - gemischte Siedlungsabfälle“ in den Stufen 3 bis 5 der LMK auf. Auf Grundlage der Ergebnisse der AEU hat das StBA festgestellt, dass der Sechssteller „20 03 01 - gemischte Siedlungsabfälle“ im BJ 2020 auch in den Stufen 1 und 2 der LMK vorkommt. Diese Gegebenheit ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass neben der Tätigkeit im primären wirtschaftlichen Schwerpunkt auch Abfallmengen bei Nebentätigkeiten anfallen können. Diese Abfallmengen wurden dem WZ der Haupttätigkeit zugeordnet, auch wenn die Abfallarten nicht zur Haupttätigkeit passen. Zudem besteht die Möglichkeit, dass Betriebe ihren Abfall nicht immer strikt nach dessen Herkunft dem Europäischen Abfallverzeichnis zuordnen.

Um ein möglichst vollständiges Bild des LMA-Aufkommens in Deutschland zu zeichnen, hat das StBA auch diese Abfallmengen berücksichtigt und den jeweiligen LMK-Stufen zugeordnet. Hierbei hat das StBA keine neuen Abfallschlüssel herangezogen, sondern lediglich die Stufen der LMK um bereits auf anderen Stufen vorhandene Abfallschlüssel, die LMA erhalten können, ergänzt. Der Anhang B enthält eine vollständige Auflistung der zusätzlich berücksichtigten Abfallschlüssel pro Stufe der LMK.

Zudem wurden zwei Abfallschlüssel nicht der Stufe 5 der LMK zugeordnet, die der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1597 auf dieser Stufe eigentlich vorgibt. Diese beiden Abfallschlüssel sind „20 01 08 - biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle“ und „20 01 25 - Speiseöle und -fette“. Sie wurden auf Stufe 5 der LMK nicht berücksichtigt, da die Mengen dieser Abfallschlüssel im deutschen Abfallmanagementsystem in der Regel nicht über die privaten Haushalte entsorgt werden. Deshalb hat das StBA diese beiden Abfallschlüssel im MLMA ausschließlich der 1. bis 4. Stufe der LMK zugeordnet. Die Abfallmengen dieser beiden Abfallschlüssel, die durch die AE, BS, DepBau und GV ermittelt wurden, wurden mittels der AEU-Ergebnisse auf die WZ und so auf die Stufen der LMK verteilt.

5.1.2.2 Geschäftsmüll

Der Hausmüll und in geringem Umfang auch der Bioabfall (Biotonne) umfassen immer auch einen Anteil an Abfällen gewerblicher Herkunft, den sogenannten Geschäftsmüll, der gemeinsam mit dem Hausmüll bzw. dem Bioabfall aus privaten Haushalten eingesammelt wird. Beim Geschäftsmüll handelt es sich um Abfälle, die bei kleineren Gewerbebetrieben, z. B. Ingenieurbüros, Steuerberater, Anwälte, etc. anfallen und die in der von den örE bereitgestellten Tonnen (Restabfalltonne: Abfallschlüssel „20 03 01 01“, Biotonne: Abfallschlüssel „20 03 01 04“) mit entsorgt werden. Geschäftsmüll wird dementsprechend bei den Haushalten (Stufe 5 der LMK) miterfasst, entstammt jedoch verschiedenen WZ der Stufen 1 bis 4 der LMK.

Die Geschäftsmüllmenge berechnet sich aus der Differenz der Abfallmengen der örE und der aus der Stichprobe hochgerechneten Hausmüllmenge aus privaten Haushalten. Weiterführende Erläuterungen dazu enthält das Kapitel 6.1.

Der Geschäftsmüll wurde auf Stufe 5 der LMK herausgerechnet und anhand der nationalen, amtlichen Statistiken auf die Stufen 1 bis 4 der LMK umverteilt. Nähere Informationen zur Verteilung der Abfälle auf die Stufen der LMK liefert Kapitel 5.1.1.

5.2 Ergebnisse

Tabelle 4 enthält die Ergebnisse der Datenbasis-Ermittlung vor Anwendung der AKO, BJ 2020, pro Stufe der LMK. Detailliertere Ergebnisse pro Abfallschlüssel können Tabelle 38 im Anhang entnommen werden.

Tabelle 4: Datenbasis des Monitoring Lebensmittelabfälle, Berichtsjahr 2020

Stufe der Lebensmittelkette	Potenzielles Lebensmittelabfall-Aufkommen ¹ in Tonnen (ohne Anwendung von Abfallkoeffizienten)	Potenzielles Lebensmittelabfall-Aufkommen ¹ in % (ohne Anwendung von Abfallkoeffizienten)
1	491.329	2
2	2.629.684	10
3	2.225.165	8
4	4.666.965	17
5	16.931.835	63
Summe	26.944.977	100

¹ Inklusive der Berücksichtigung der Eigenkompostierung bei Stufe 5 der LMK und der Modifikationen, gerundete Werte.

Quelle: Eigene Darstellung, StBA

6 Ermittlung der Abfallkoeffizienten

Um die Anforderungen der LMA-Messung nach Anhang III des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597 zu erfüllen, wurden auf die vom StBA ermittelten Ergebnisse (Datenbasis) AKO angewendet. Für die AKO-Ermittlung konnte, im Gegensatz zur Erstellung der Datenbasis, nicht auf Ergebnisse nationaler, amtlicher Erhebungen zurückgegriffen werden. Es bestehen daher keine gesetzlichen Verpflichtungen von Befragten, diesbezüglich Auskunft zu geben.

Das nachfolgende Kapitel beschreibt die AKO-Ermittlung für die gemischten Siedlungsabfälle (20 03 01) und die übrigen Abfallschlüssel aus Anhang II des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597. Das StBA hat die AKO-Ermittlung als Unterauftrag an ein Konsortium von vier Instituten vergeben. Die Ergebnisse der AKO-Ermittlung werden als Übersicht in Anhang F dargestellt.

6.1 Gemischte Siedlungsabfälle (20 03 01)

Als Siedlungsabfälle werden Abfälle aus privaten Haushalten und vergleichbaren Einrichtungen bezeichnet sowie hausmüllähnliche Abfälle aus Gewerbe und Industrie. Zu den Siedlungsabfällen zählen Haus- und Sperrmüll, Bio- und Grünabfälle sowie Wertstoffe wie Papier und Verpackungen (MUNV NRW 2022; BMUV 2020). Gemischte Siedlungsabfälle werden unter dem Abfallschlüssel „20 03 01“ erfasst. Dazu gehören der Hausmüll (20 03 01 01), hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (20 03 01 02), nicht differenzierbare gemischte Siedlungsabfälle (20 03 01 00) und der Bioabfall (20 03 01 04). Im BJ 2020 umfasst der Abfallschlüssel 20 03 01 vor Anwendung der AKO 22.429.665 t. Dies entspricht ca. 83 % des potenziellen LMA vor Anwendung der AKO (Gesamtsumme 26.944.977 t¹¹).

Der Hausmüll (20 03 01 01) und in geringem Umfang auch der Bioabfall (20 03 01 04) umfassen immer auch einen Anteil an Abfällen gewerblicher Herkunft, den sogenannten Geschäftsmüll, der gemeinsam mit dem Hausmüll (Restabfalltonne) bzw. dem Bioabfall aus privaten Haushalten (Biotonne) eingesammelt wird. Hausmüll bzw. Bioabfall inklusive Geschäftsmüll wird im Weiteren kurz als Hausmüll bzw. Bioabfall bezeichnet.

Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall unterscheidet sich vom Geschäftsmüll dadurch, dass dieser Abfallstrom in Abfallbehältern, die ausschließlich Gewerbebetrieben zugeordnet sind, getrennt von Hausmüll gesammelt wird. Unter dem Begriff „Bioabfall“ wird die von den örE oder im Auftrag der örE erfasste Bioabfallmenge verstanden, die über eine Biotonne gesammelt wird. Bioabfall kann auch geringe Mengen aus gewerblicher Herkunft enthalten.

Im Folgenden wird die Methodik der Herleitung der AKO für Hausmüll und Bioabfall aus privaten Haushalten sowie für hausmüllähnliche Gewerbeabfälle zusammengefasst und in den nachfolgenden Unterkapiteln in dieser Reihenfolge näher erläutert.

6.1.1 Hausmüll inklusive Geschäftsmüll (20 03 01 01)

6.1.1.1 Bundesweite Hausmüllanalyse

6.1.1.1.1 Datenerhebung und Datengrundlage aus der Bundesweiten Hausmüllanalyse

Die umfassendste verfügbare Datenbasis stellt die vom UBA beauftragte und 2020 veröffentlichte Bundesweite Hausmüllanalyse (Dornbusch et al. 2020) dar. Das dort angewandte methodische Vorgehen sowie die dort erhobenen Daten bildeten die Grundlage der AKO-Ermittlung für den Achtsteller „20 03 01 01- Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle

¹¹ Inklusive der Berücksichtigung der Eigenkompostierung bei Stufe 5 der LMK und der Modifikationen.

gemeinsam über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt“ (Hausmüll). Es handelt sich hierbei um die Inhalte der Restabfalltonne. Von den vier am Konsortium beteiligten Instituten waren drei Institute gleichzeitig als Projektnehmer an der damaligen Bundesweiten Hausmüllanalyse beteiligt.

In der Bundesweiten Hausmüllanalyse wurde die Menge und Zusammensetzung des Hausmülls aus privaten Haushalten in Deutschland bestimmt. Durch Bildung von verschiedenen Untersuchungsschichten wurden die relevanten Einflussgrößen auf die Zusammensetzung des Hausmülls auf Grundlage von Analysen in 14 Untersuchungsgebieten (örE) aufgeschlüsselt und hinsichtlich ihrer Wirkungsweisen durchleuchtet.

Zielsetzung der Bundesweiten Hausmüllanalyse war die Schließung von Datenlücken zur Abfallzusammensetzung des Siedlungsrestabfalls für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland mit ausreichender Genauigkeit. Unter dem Begriff „Siedlungsrestabfälle“ wurden die über die Systemabfuhr bei den entsorgungspflichtigen Körperschaften erfassten Hausmüllmengen aus privaten Haushalten verstanden.

Nativ-organische Abfälle sind die größte Hauptstoffgruppe im Hausmüll. Darin werden Küchen- und Nahrungsabfälle, Gartenabfälle, sonstige organische Abfälle und verpackte LM (inklusive der Verpackung) zusammengefasst. Küchenabfällen werden ungekochte Abfälle wie Obst- und Gemüsereste, Kaffeefilter, Kartoffel- und Eierschalen etc. zugeordnet. Die gekochten und zubereiteten Küchenabfälle, etwa Speisereste, Fisch, Fleisch und Milchprodukte, werden der Stoffgruppe „Nahrungsabfälle“ zugeordnet.

LM beinhalten im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates (2) auch nichtessbare Bestandteile, wenn diese bei der Erzeugung des LM nicht von den essbaren Bestandteilen getrennt wurden, z. B. Knochen, die dem zum menschlichen Verzehr bestimmten Fleisch anhaften. Daher können LMA auch Stücke umfassen, die teils aus aufzunehmenden LM und teils aus nicht aufzunehmenden LM bestehen. Solche nicht essbaren Bestandteile finden sich somit in den Fraktionen „Küchen- und Nahrungsabfälle“.

Entsprechend wurden die in der Bundesweiten Hausmüllanalyse erhobenen Daten für Küchen- und Nahrungsabfälle sowie verpackte LM zur Fraktion der LMA zusammengefasst. Die spezifischen Verpackungsanteile wurden dabei herausgerechnet (vgl. Kap. 6.1.1.2.2).

6.1.1.2 Methodik der Bundesweiten Hausmüllanalyse

Die stoffliche Zusammensetzung des Hausmülls zur Berechnung des AKO für den Hausmüll wurde der im Zeitraum von 2017 bis 2019 durchgeföhrten Bundesweiten Hausmüllanalyse entnommen. Daher wird deren Methodik im Folgenden kurz erläutert.

Die Berechnung der Abfallmengen und -zusammensetzungen erfolgte in der Bundesweiten Hausmüllanalyse über eine mehrstufige geschichtete Hochrechnung. Dabei wurden die Abfallmengen der Teiluntersuchungsgebiete (Schichten) ausgehend von der örE-Ebene auf die Deutschland-Ebene hochgerechnet. Die Hochrechnung erfolgte jeweils schichtspezifisch entlang der an die Hausmüllentsorgung angeschlossenen Einwohner.

In dem für das UBA durchgeföhrten Forschungsvorhaben wurden die Hausmüllmengen in 14 repräsentativ ausgewählten Gebieten (örE) nach zwölf Schichten auf Deutschland-Ebene und nach vier Schichten innerhalb der örE untersucht (vgl. Tabelle 7). Dabei wurde der Abfallbehälter am Grundstück als Stichprobeneinheit verwendet (Dornbusch et al. 2020).

Durch eine Schichtung werden relevante Einflussgrößen auf die Menge und Zusammensetzung des Hausmülls aus privaten Haushalten berücksichtigt. Die Schichtung unterteilt eine heterogene Grundgesamtheit in homogener Teilgesamtheiten. Die Untersuchungseinheiten

einer Grundgesamtheit werden den Schichten nach festgelegten Schichtungskriterien zugeordnet (Dornbusch et al. 2020).

Die folgenden Einflussparameter wurden bei der Stichprobenplanung der Bundesweiten Hausmüllanalyse berücksichtigt (Dornbusch et al. 2020):

- ▶ Jahreszeitliche Einflüsse,
- ▶ Bebauungsstruktur (örE- Ebene),
- ▶ Siedlungsstruktur (Bundesebene),
- ▶ Gebührenstruktur (Bundesebene) und
- ▶ Getrennt erfasste Bioabfallmenge (Bundesebene).

Die Abfallmengen und -zusammensetzungen der zu untersuchenden Siedlungsrestabfälle unterliegen Schwankungen im Jahresverlauf, die durch zeitlich versetzte Untersuchungskampagnen zu analysieren sind. Gemäß nationaler Sortierrichtlinien (z. B. Sachsen (Intecus 2016), Brandenburg (Landesumweltamt Brandenburg 1998) oder NRW (Landesumweltamt NRW 1998) werden vier zeitlich versetzte Untersuchungskampagnen (Frühjahr-, Sommer-, Herbst- und Winteranalyse) vorgeschrieben (Dornbusch et al. 2020). Jahreszeitliche Einflüsse wurden durch je eine Untersuchungskampagne in der vegetationsarmen und in der vegetationsreichen Periode berücksichtigt. Da die Bundesweite Hausmüllanalyse insbesondere für eine bundesweit repräsentative Untersuchung geplant und umgesetzt wurde, hat das Konsortium auf die Einbeziehung weiterer zwischenzeitlich durchgeföhrter Hausmüllanalysen verzichtet.

Auf Deutschland-Ebene ergaben sich insgesamt zwölf Schichten mit den Schichtungsparametern „Siedlungsstruktur“, die über die Einwohnerdichte bestimmt wurde (Ländlich, Ländlich dicht und Städtisch/ Großstädtisch), „Gebührensystem“ der Restabfallsammlung (Regelintervall¹² und gebührenrelevante technisierte Systeme¹³) und der „getrennt erfassten Bioabfallmenge“ (< 25 kg/(Einwohner) (E) * Jahr (a)) bzw. ≥ 25 kg/(E*a)). In Schicht 10 (Städtisch, gebührenrelevante technisierte Systeme, < 25 kg/(E*a)) war die Besetzung sehr gering (0,4 % Einwohneranteil, siehe Tabelle 6), so dass die zwei dort zugeordneten örE in die Schicht 6 (Ländlich dicht, gebührenrelevante technisierte Systeme, < 25 kg/(E*a)) verschoben wurden.

Auf Ebene der örE wurden zusätzlich vier Schichten nach dem Schichtungsparameter „Bebauungsstruktur“ gebildet: Großwohnanlagen (GWA), städtisch verdichteter Struktur (City), Stadtrand-Struktur und ländlicher Struktur (Außenbereich (AB)) und die örE insgesamt gebildet. Die Stadtrand-Struktur und die ländliche Struktur wurden in der Darstellung der Ergebnisse zu einer Schicht zusammengefasst. Die Schichteinteilung erfolgte auf Basis der Anzahl an Wohnungen je Gebäude.

Durch die Anzahl der in der Bundesweiten Hausmüllanalyse einbezogenen 504 Stichprobeneinheiten kann von einer ausreichenden statistischen Power (Teststärke) für die AKO-Genauigkeit der vorliegenden Studie ausgegangen werden. Für die Zielparameter kann daher eine Genauigkeit im einstelligen Prozentbereich erwartet werden.

¹² Regelintervall: Gebühr in Abhängigkeit von der Abfalltonnengröße bei regelmäßiger Leerung (z. B. alle 14 Tage)

¹³ Gebührenrelevante technisierte Systeme: Gebühr in Abhängigkeit von individuell festzulegendem Leerungsintervall bei einer bestimmten Anzahl Mindestleerungen

Eine detaillierte Methodenbeschreibung zur Untersuchungsplanung (Stichprobeneinheiten), Auswertung und Hochrechnung befindet sich in Kapitel 5 der Bundesweiten Hausmüllanalyse auf den S. 44 bis 83 (Dornbusch et al. 2020).

6.1.1.2 Methodisches Vorgehen der Herleitung des Abfallkoeffizienten

6.1.1.2.1 Datenerfassung

Im Folgenden werden die Daten für die Bestimmung des AKO für den Hausmüll dargestellt.

Entsprechend den Vorgaben aus dem Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597 wurden bei der EU-Berichterstattung, BJ 2020, Ergebnisse von Abfallsortieranalysen oder andere Datenquellen aus den Jahren 2017 bis 2021 berücksichtigt. Die Abfallmengen aus der nationalen, amtlichen Statistik wurden für das BJ 2019 herangezogen, da die Abfallmengen des BJ 2020 zum Zeitpunkt der Ermittlung der AKO noch nicht vorlagen.

Die stoffliche Zusammensetzung des Hausmülls wurde der im Zeitraum von 2017 bis 2019 durchgeführten Bundesweiten Hausmüllanalyse entnommen. Ausgangsdaten für die Auswertung und Hochrechnung sind die einwohnerspezifischen Hausmüll-Wochenn Mengen der öRE nach Schichten. Die Hausmüllmengen werden jährlich durch die öRE erhoben und über die StLÄ an das StBA berichtet. Die Verteilung der Stichprobeneinheiten auf die Schichten (je Untersuchungskampagne) ist Tabelle 7 der Bundesweiten Hausmüllanalyse zu entnehmen (Dornbusch et al. 2020).

Die erforderlichen Randdaten zur statistischen Analyse und Hochrechnung der AKO wurden den Abfallanalysen der öRE bzw. den amtlichen Statistiken entnommen. Für den Hausmüll (20 03 01 01) wurde der AKO auf Grundlage von Abfallmengen je öRE berechnet, die einer regional koordinierten Zusammenstellung der OERE-Daten der Bundesländer, BJ 2019, durch den Zentralen Auskunftsdiest des StBA entstammen (StBA 2021). Die Anzahl der Untersuchungskampagnen und die Definition der Schichten wurden aus der Vorgehensweise der Bundesweiten Hausmüllanalyse übernommen. Mit den angepassten Randdaten (Einwohneranzahlen, Schichtzuordnungen, Stoffgruppedefinitionen, etc.) auf das Jahr 2019, für das zum Zeitpunkt der Berechnung die letzten aktuellen OERE der Bundesländer vorlagen, wurde eine geschichtete mehrstufige Hochrechnung analog der in der Bundesweiten Hausmüllanalyse durchgeführten Methodik wiederholt.

Auf eine umfangreiche Stichprobenplanung, wie sie bei der Erstellung von repräsentativen Studien erforderlich ist, konnte verzichtet werden. Für Hausmüll kann dennoch von einer repräsentativen Untersuchung ausgegangen werden, da dieselben öRE wie in der Bundesweiten Hausmüllanalyse in die Untersuchung einbezogen wurden und keine wesentlichen Änderungen der Einflussfaktoren auf das Abfallaufkommen seit 2017 anzunehmen waren.

Die Hochrechnung der Untersuchungsparameter auf Bundesebene beginnt mit der Hausmüllzusammensetzung innerhalb der Schichten auf öRE-Ebene. Diese Daten wurden aus den Sekundäruntersuchungen (Bundesweite Hausmüllanalyse) entnommen und mit den auf das BJ 2020 angepassten Randbedingungen (Einwohneranzahlen und Schichtungen) hochgerechnet.

Aus der Hochrechnung erhält man eine Hausmüllmenge und -zusammensetzung aus überwiegend privaten Haushalten. Im Hausmüll sind neben den Abfallmengen aus privaten Haushalten auch Abfallmengen aus Geschäften und Gewerbe (Geschäftsmüll) enthalten. Die Geschäftsmüllmenge berechnet sich aus der Differenz der Abfallmengen der öRE und der hochgerechneten Hausmüllmenge aus privaten Haushalten. Die Herleitung der hochgerechneten Hausmüllmenge aus privaten Haushalten wird in Kapitel 6.1.1.2.4 erläutert.

In der Bundesweiten Haスマüllanalyse wurde die Zusammensetzung des Haスマülls für die Abfälle bestimmt, die überwiegend aus privaten Haushalten stammen. Für die Zusammensetzung des Geschäftsmülls wurde näherungsweise die Zusammensetzung des Haスマülls aus privaten Haushalten angenommen. Auf eine Bestimmung der stofflichen Zusammensetzung des Geschäftsmülls wurde in der Bundesweiten Haスマüllanalyse aufgrund der großen Streuung zwischen den Geschäftsbetrieben verzichtet, da dies nur mit einem erheblichen finanziellen Mehraufwand möglich gewesen wäre.

Die Abschätzung der Geschäftsmüllzusammensetzung auf Basis der Haスマüllzusammensetzung aus privaten Haushalten ist nach den Sortierrichtlinien in Brandenburg, NRW und Sachsen (Intecus 2016, Landesumweltamt Brandenburg 1998, Landesumweltamt NRW 1998) zulässig und wird aus einer Reihe von Untersuchungen (z. B. in der Abfallanalyse für Berlin für 2014, in denen die Anteile aus privaten Haushalten und gewerblicher Herkunft getrennt untersucht wurden) bestätigt (ARGUS 2015). Zusätzlich ist der mögliche Fehler als gering einzuschätzen, da der gewerbliche Anteil in der Regel lediglich zwischen 10 % und 30 % liegt.

Auf eine separate Untersuchung der Zusammensetzung des Geschäftsmülls wurde daher aus zeitlichen, wirtschaftlichen und sachlichen (ähnliche Zusammensetzung) Gründen verzichtet. Der Geschäftsmüll, der gemeinsam in Behältern mit Restabfällen aus privaten Haushalten erfasst wird, wird in der Darstellung der Ergebnisse als eigene Schicht (GM/H)¹⁴ aufgeführt. Er ergibt sich rechnerisch aus der Differenz der Abfallmenge aus dem OERE des StBA für das BJ 2019¹⁵ und der hochgerechneten Haスマüllmenge aus privaten Haushalten. Für die Bestimmung der einwohnerspezifischen Geschäftsmüllmengen wird mit Einwohnergleichwerten (EW-Gleichwert) gerechnet. Dabei wird davon ausgegangen, dass ein EW-Gleichwert dem Durchschnittswert eines Einwohners aus privaten Haushalten entspricht.

6.1.1.2.2 Harmonisierung der Sekundärdaten

Für die Sekundäruntersuchungen wird davon ausgegangen, dass diese gemäß den in verschiedenen Bundesländern vorliegenden Sortierrichtlinien untersucht wurden und somit den Anforderungen an die Repräsentativität genügen. Um eine einheitliche Datengrundlage für die Auswertung und Hochrechnung in dieser Studie herzustellen, sind zusätzliche Harmonisierungen erforderlich.

Dazu müssen im Allgemeinen folgende Kriterien zur Datenharmonisierung geprüft werden:

- ▶ Untersuchungsgegenstand,
- ▶ Anzahl der Sortierkampagnen,
- ▶ Stichprobenumfang,
- ▶ Schichtung nach Siedlungs-/Bebauungsstrukturen,
- ▶ Sortierstoffgruppen a) Definitionen, b) Zuordnung zu Hauptstoffgruppen,
- ▶ Aktualität der Analyse (maximal fünf Jahre alt),
- ▶ Fehlende stoffliche Aufteilungen der sortierten Mittelfraktion¹⁶ bzw. der Fraktion <40 mm.

¹⁴ GM= Geschäftsmüll; H=Haushalte

¹⁵ Diese Werte sind das Ergebnis einer regional koordinierten Zusammenstellung der OERE-Daten der Bundesländer für das BJ 2019 durch den Zentralen Auskunftsdiest des StBA im Jahr 2021 (StBA 2021).

¹⁶ Die Mittelfraktion ist ein Anteil des analysierten Abfalls mit einer Größe zwischen 10 und 40 mm.

Folgende Regeln wurden bei Bedarf für die Harmonisierung angewandt:

- ▶ Fehlende stoffliche Aufteilungen der sortierten Mittelfraktion wurden 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 vorgesehenen Hauptstoffgruppe sortiert wurden, wurden Umverteilungen mit anderen Stoffgruppen vorgenommen und die Summe dieser Stoffgruppen konstant gehalten.
- ▶ Als Schätzwerte wurden in erster Linie die einwohnerspezifischen Mengen eines öRE aus derselben Schicht verwendet. Zusätzlich entstandene Mengen mussten bei anderen Stoffgruppen reduziert werden. Alternativ, d. h., wenn keine Daten aus öRE derselben Schicht vorhanden waren, wurden mittlere gewichtete einwohnerspezifische Mengen aus anderen öRE genutzt.
- ▶ Stoffgruppen, die selbst Aggregate sind und nicht weiter differenziert waren, wurden im Mengenverhältnis der öRE mit verfügbaren Daten aufgelöst.
- ▶ Schätzungen basieren nur auf erhobenen Werten, nicht auf bereits geschätzten Werten bzw. aufgefüllten Datenlücken.

Für Hausmüll wurden die im Rahmen der Bundesweiten Hausmüllanalyse bei 14 öRE durchgeführten Abfallanalysen herangezogen. Dadurch war sichergestellt, dass bereits ein harmonisierter Datensatz vorlag. Es musste lediglich eine Harmonisierung der Stoffgruppen (Verpackungsanteile mussten aus den Küchen- und LMA herausgerechnet werden) durchgeführt werden.

Der überwiegende Teil der LMA wird unverpackt über den Hausmüll entsorgt. Für die Stoffgruppe verpackte LM wurde der Verpackungsanteil nachträglich für vorliegende Sekundäranalysen bestimmt. Die Ermittlung des Anteils an Verpackungen erfolgte hierbei in Anlehnung an die Methodenvorschrift der Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V. zur Gebietsanalyse (2018, Anlage 4). Zudem hat das Konsortium der Auswertung Erfahrungen aus eigenen Untersuchungen zugrunde gelegt.

Hierzu wurde die Masse der verpackten LM differenziert den Stoffgruppen „Kunststoff“, „Glas“ und „Metall“ zugeordnet und mit dem in der nachfolgend dargestellten Tabelle 5 angegebenen Prozentanteil der Verpackung multipliziert. Das Ergebnis wird als Masse der Verpackung angenommen, die Differenz zur Gesamtmasse wird dem eigentlichen LM zugeordnet. Die Berechnungsgrundlage ist Tabelle 5 zu entnehmen.

Ergänzend wurden bei der Gesellschaft für Verpackungsmarktforschung mbH (GVM) Daten zum Verpackungsaufkommen von LM¹⁷ ermittelt und zur Plausibilitätskontrolle herangezogen (Daten aus: Hübsch 2021; Hübsch & Adlwarth 2017).

¹⁷ Die Plausibilität der Verpackungsanteile würde bereits bei der Methodenfestlegung der BGK zur Gebietsanalyse 2018 überprüft und entsprechend in den Auswertungen des Konsortiums übernommen.

Tabelle 5: Verpackungsanteile verpackter Lebensmittel nach Verpackungsmaterial

Stoffgruppe	Verpackungsanteil Hauptfraktion %	Verpackungsanteil Nebenfraktion %
verpackte Lebensmittel, ungeöffnet, Kunststoff	8	-
verpackte Lebensmittel, ungeöffnet, Glas	30	3 (Metaldeckel)
verpackte Lebensmittel, ungeöffnet, Metall	15	-

Quelle: Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V. 2018, eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

6.1.1.2.3 Datenmanagement

Die Verwaltung aller auswertungsrelevanten Daten erfolgte in einer Datenbank im Microsoft-Excel-Format. Diese besteht aus verschiedenen thematischen Teilen. Der Kern der Datenbank enthält die durch Primär- und Sekundäranalysen ermittelten Daten auf örE-Ebene (Ergebnisse in Kilogramm (kg)/(E*a) nach Schichten und Kampagnen sowie die hochgerechneten Ergebnisse nach Schichten und Kampagnen auf Bundesebene). Darüber hinaus wird in der Datenbank die bundesweite Struktur (Gemeinden, Landkreise, örE) abgebildet, um die für die mehrstufige Hochrechnung notwendigen Daten zu verwalten (vor allem Einwohner- und andere Strukturdaten für die Schichtenbildung). Der letzte 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, Schichten und Stoffgruppen.

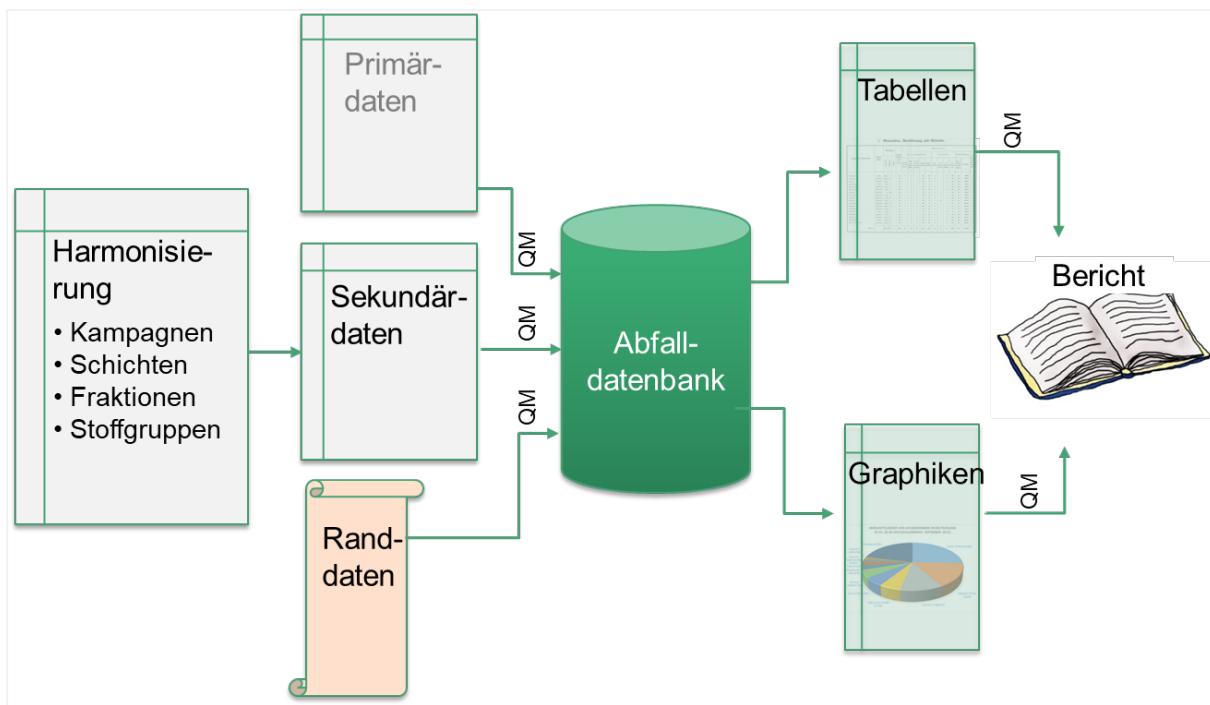
Die Daten aus den in diesem Vorhaben verwendeten Sekundäruntersuchungen (kg je Einwohner und Woche auf Ebene der örE-Schichten) werden über automatisierte Importfunktionen aus harmonisierten und standardisierten Tabellen in die Datenbank importiert. Die importierten Daten umfassten alle erhobenen Sortierstoffgruppen sowie Schätzungen für ggf. fehlende Fraktionen (10-40 mm, < 10 mm). Eine Qualitätskontrolle der in die Datenbank importierten Daten wurde mittels Abfragen durchgeführt.

Alle relevanten örE-Daten (Einwohner-, Strukturdaten, Abfallmengen, etc.) entstammen den OERE der Bundesländer¹⁸ und den Abfallbilanzen der Bundesländer, BJ 2019, und werden unter Verwendung der Abfallschlüssel hierarchisch umgesetzt.

Die datenbankinterne Qualitätskontrolle besteht in der Zusammenstellung der wesentlichen Merkmale der für die Beurteilung der Stichprobenergebnisse erforderlichen Kenndaten mittels Prüfabfragen. Die Abbildung 1 stellt die Einbindung der Abfalldatenbank in das Auswertungsschema dar.

¹⁸ Diese Werte sind das Ergebnis einer regional koordinierten Zusammenstellung der OERE-Daten der Bundesländer für das BJ 2019 durch den Zentralen Auskunftsdiensst des StBA im Jahr 2021 (StBA 2021).

Abbildung 1: Auswertungsschema und Datenbank



Quelle: Kern et al. (2022)

6.1.1.2.4 Statistische Analyse/Hochrechnung

Die Hochrechnungsmethode oder auch die Schätzung wurde analog der in der Bundesweiten Haスマüllanalyse beschriebenen Methode ausgeführt. Die Berechnungen vereinfachen sich insofern, als dass die Hochrechnung aufgrund der Verwendung von Sekundäruntersuchungen nicht auf Grundstücksebene, sondern auf örE-Ebene beginnt. Die Hochrechnung folgt dabei einem festgelegten Berechnungsalgorithmus. Hierfür wurde ein Satz von Auswertungs- und Hochrechnungsdateien entwickelt. Die Hochrechnungsergebnisse werden in übersichtlichen Tabellen und Grafiken in Kapitel 6.1.1.2.5 zusammengestellt. Als Hochrechnungsmethode für die stoffliche Zusammensetzung des Haスマülls eignet sich die mehrstufige geschichtete Verhältnisschätzung¹⁹.

Die Ergebnisse der 14 Sekundäruntersuchungen auf örE-Ebene wurden je Kampagne bzw. Vegetationsperiode mit den Schichteinwohnern für 2019 auf das BJ 2020 übertragen. Zunächst wurden dafür je Vegetationsperiode die einwohnerspezifischen Wochenwerte für die Hochrechnung von der örE-Ebene auf die Deutschland-Ebene bestimmt. Falls eine Deutschland-Schicht durch mehrere Stichproben-örE besetzt war, wurden daraus mittlere Wochenwerte bestimmt, die über die jeweiligen Einwohner der Stichproben-örE gewichtet wurden.

Mit diesen Wochenwerten ergibt sich durch Hochrechnung anhand der Einwohner aus der Schichtungsmatrix (siehe Tabelle 6) eine Schätzung für die absoluten Wochenmengen der Bebauungsstrukturen und Schichten auf Bundes-Ebene. Dieses Vorgehen wurde getrennt für die Kampagnen der vegetationsarmen bzw. vegetationsreichen Periode durchgeführt. In den Schichten geringer Siedlungsdichte (siehe Tabelle 6 und Tabelle 7, Siedlungsstruktur ländlich (< 150 E/km²) bzw. Schicht-Nummer 1 bis 4) wurden nur die Bebauungsstrukturen AB und City ausgewiesen. Letztere enthält in diesem Fall die Schicht der GWA²⁰. Im nächsten Schritt erfolgte

¹⁹ Weiterführende Erläuterungen zur geschichteten Verhältnisschätzung sind in Dornbusch et al. 2020 zu finden.

²⁰ In den ländlichen Gebieten sind in der Regel kaum nennenswerte Anteile an GWA vorhanden. Vereinzelt können in den Bebauungsstrukturen dennoch GWA-Anteile vorhanden sein. Diese wurden dann der Schicht City zugeordnet.

die Hochrechnung von der Wochen- auf die Jahresbasis. Dazu wurden die Werte sämtlicher Stoffgruppen für die vegetationsreiche und vegetationsarme Periode im Verhältnis 2:1 gewichtet²¹. Hiermit ergeben sich die Schätzwerte für die Hausmüll-Jahresmengen aus privaten Haushalten. Je Deutschland-Schicht wurden damit die Differenzen zu den summierten Abfallmengen aus den OERE der Bundesländer²² gebildet und als Geschäftsmüllanteil ausgewiesen, der gemeinsam mit dem Hausmüll aus privaten Haushalten erfasst wird. Die in den Sekundärdaten ermittelten Mengen an verpackten LM wurden mit einem pauschalen Verpackungsanteil von 15 % (durchschnittlich für Kunststoff, Metall und Glas) aufgetrennt in LMA und Verpackungen (siehe Tabelle 5). Die so bestimmten Hausmüll-Mengen je Deutschland-Schicht werden in einem letzten Schritt aggregiert, um das Mengengerüst und die Zusammensetzung für den Hausmüll in Deutschland zu erhalten (siehe hierzu auch Abbildung 2).

Tabelle 6: Zusammenstellung von Daten öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger (örE) zur Schichteinteilung im Berichtsjahr 2019

Siedlungsstruktur	getrennte Bioabfallerfassung	Gebührensystem	Anzahl örE	Schichtanteil in %	Einwohner (Stand 31.12.2019)	Einwohneranteile in %
Ländlich (<150 E/km ²)	gering < 25 kg/E*a	Regelabfuhr	11	2,8	1.672.955	2,0
		geb. tech. Systeme	33	8,5	5.392.270	6,5
	hoch ≥ 25 kg/E*a	Regelabfuhr	52	13,3	7.629.948	9,2
		geb. tech. Systeme	46	11,8	6.226.266	7,5
Ländlich dicht (150-750 E/km ²)	gering < 25 kg/E*a	Regelabfuhr	8	2,1	2.073.200	2,5
		geb. tech. Systeme	6	1,5	1.519.521	1,8
	hoch ≥ 25 kg/E*a	Regelabfuhr	84	21,5	19.721.751	23,7
		geb. tech. Systeme	54	13,8	9.336.360	11,2
Städtisch/ Großstädtisch (>750 E/km ²)	gering < 25 kg/E*a	Regelabfuhr	17	4,4	3.812.581	4,6
		geb. tech. Systeme ¹	2 ¹	0,5	333.468	0,4
	hoch ≥ 25 kg/E*a	Regelabfuhr	65	16,7	22.010.387	26,5
		geb. tech. Systeme	12	3,1	3.438.004	4,1
Insgesamt			390	100,0	83.166.711	100,0

¹ Die Schicht: „Städtisch/Großstädtisch (>750 E/km²) – geringe getrennte Bioabfallerfassung – geb. tech. Systeme (gebührenrelevante technisierte Systeme)“ wurde auf Grund der geringen Besetzung in den weiteren Auswertungen mit der Schicht „Ländlich dicht (150-750 E/km²) – geringe getrennte Bioabfallerfassung – geb. tech. Systeme“ zusammengeführt (siehe Tabelle 7).

Quellen: Abfallbilanzen der Bundesländer 2019; eigene Darstellung, WI

²¹ Für die vegetationsreiche Periode wurden die Monate März bis Oktober (8) und für die vegetationsarme Periode die Monate November bis Februar (4) angenommen.

²² Diese Werte sind das Ergebnis einer regional koordinierten Zusammenstellung der OERE-Daten der Bundesländer für das BJ 2019 durch den Zentralen Auskunftsdiest des StBA im Jahr 2021 (StBA 2021).

Aus diesem Mengengerüst wurden abschließend die für die LMA relevanten Stoffgruppen zusammengefasst und als Anteil zum gesamten Hausmüll-Aufkommen für das BJ 2019 bestimmt. Dabei ist zu beachten, dass Schicht 10 aufgrund einer geringen Einwohnerbesetzung auf Schicht 6 umverteilt wurde (siehe Tabelle 7).

Tabelle 7: Schichtungsmatrix für die zwölf Deutschland-Schichten und die drei örE-Schichten – Anzahl der Einwohner in der Grundgesamtheit im Berichtsjahr 2019

Schicht-Nr. Deutschland-Ebene h_d	Anzahl Einwohner in der Grundgesamtheit (nach bundesweiter und örE-Schichtung)				Anzahl Einwohner in der Stichprobe (nach bundesweiter und örE-Schichtung)			
	Gesamt Y_{h_d}	AB	City	GWA	AB	City	GWA	Gesamt y_{h_d}
1	1.672.955	1.180.047	379.258	113.650	624	452	258	1.334
2	5.392.270	3.817.427	1.182.300	392.543	1.139	859	399	2.396
3	7.629.948	6.106.106	1.257.078	266.764	306	324	240	870
4	6.226.266	4.551.574	1.284.616	390.076	575	543	250	1.367
5	2.073.200	1.309.046	582.004	182.150	334	350	373	1.057
6	1.852.989	1.124.314	514.425	214.250	899	976	328	2.203
7	19.721.751	14.001.574	4.161.146	1.559.031	1.116	943	539	2.597
8	9.336.360	6.697.059	1.935.683	703.618	393	339	309	1.042
9	3.812.581	1.922.280	1.645.274	245.027	704	522	377	1.603
10	(wegen geringer Besetzung auf Schicht 6 umverteilt)							
11	22.010.387	9.307.303	9.662.700	3.040.385	1.079	521	544	2.144
12	3.438.004	1.508.937	1.472.711	456.356	622	367	145	1.134
Gesamt-ergebnis¹	83.166.711	51.525.667	24.077.193	7.563.851	7.790	6.196	3.760	17.746

Gerundete Werte.

Quellen: Abfallbilanzen der Bundesländer 2019; eigene Darstellung, ARGUS

6.1.1.2.5 Mehrstufige geschichtete Verhältnisschätzung

Die Herausforderung der Probenahme für die Ermittlung von AKO anhand einer repräsentativen Stichprobenmenge von festen Hausmüllabfällen besteht darin, aus der Hausmüllmenge des Untersuchungsgebietes von ca. 12 bis 13 Mio. t (Grundgesamtheit) eine repräsentative Stichprobenmenge zur Bestimmung der Menge und stofflichen Zusammensetzung zu entnehmen. Die Lösung sollte durch eine Probenahme-Methode erfolgen, die in einem mehrstufigen Prozess und unter Einbeziehung umfangreicher Kenntnisse über die Grundgesamtheit, die die gesamte Untersuchungsmenge Schritt für Schritt auf eine wirtschaftlich und technisch analysierbare Menge reduziert. Ein geeignetes Verfahren zur Bestimmung der Abfallzusammensetzung nach Stoffgruppen ist die mehrstufige geschichtete Zufallsauswahl (Dornbusch et al. 2020).

In diesem mehrstufigen Verfahren zur Ermittlung der repräsentativen Stichprobenmenge wurden die gesuchten Parameter Summe und Mittelwert sowie die zugehörigen Varianzen über

alle Auswahlstufen geschätzt. In den nachfolgenden allgemeingültigen Gleichungen 1 und 2 sind die Schätzfunktionen für die Summe und die Varianz beschrieben.

$$\theta \approx \widehat{\theta} = f(X) = f_1(f_2 \dots (f_Q(X))) \quad (1)$$

$$var(\widehat{\theta}) = var(f(X)) = var(f_1(f_2 \dots (f_Q(X)))) \quad (2)$$

θ : der unbekannte Untersuchungsparameter der Grundgesamtheit

$\widehat{\theta} = \widehat{\theta}(X)$ die Schätzfunktion von θ mit der Wahrscheinlichkeitsverteilung $P\{\widehat{\theta}\}$

X : Zufallsvariable mit $X = X_1, X_2, \dots, X_n$

Q : Anzahl der Stufen des mehrstufigen Verfahrens

$f(X)$: Schätzfunktion bestehend aus den Teil-Schätzfunktionen (f_1, f_2, \dots, f_Q) entsprechend der Q Stufen

In dem mehrstufigen Auswahlmodell wird die Gesamtsumme X_Σ (und die im F&E-Vorhaben gesuchte Menge der LMA $X_{\Sigma^{\text{LMA}}}$) ausgehend von den Einheiten der untersten Stufe über alle Einheiten geschätzt:

$$X_\Sigma \approx \widehat{X}_\Sigma = \frac{N_I}{n_I} \cdot \sum_{i=1}^{n_I} \frac{N_{II,i}}{n_{II,i}} \sum_{j=1}^{n_{II,i}} \dots \frac{N_{Q,q-1}}{n_{Q,q-1}} \sum_{q=1}^{n_{Q,q-1}} \dot{x}_{ij\dots q} \quad (3)$$

Sind die Auswahlsätze f auf jeder Auswahlstufe konstant

$$\left(f_{II,i} = \frac{N_{II,i}}{n_{II,i}} = \text{const. für alle } i \text{ bis } f_{Q,q-1} = \frac{N_{Q,q-1}}{n_{Q,q-1}} = \text{const. für alle } q \right), \quad (4)$$

vereinfacht sich Gleichung 3 zu:

$$X_\Sigma \approx \widehat{X}_\Sigma = \frac{N_{\Sigma Q}}{n_{\Sigma Q}} \cdot \sum_{i=1}^{n_I} \sum_{j=1}^{n_{II,i}} \dots \sum_{q=1}^{n_{Q,q-1}} \dot{x}_{ij\dots q} \quad (\text{für } f_{II} \dots f_Q = \text{const.})$$

X_Σ : Gesamtsumme des gesuchten Merkmals – wahrer Wert –

\widehat{X}_Σ : Gesamtschätzwert der Summe des gesuchten Merkmals

N_I : Anzahl der Primäreinheiten in der Grundgesamtheit

n_I : Anzahl der Primäreinheiten in der Stichprobe

$N_{II,i}$: Anzahl der Sekundäreinheiten in der i -ten Primäreinheit in der Grundgesamtheit

$n_{II,i}$: Anzahl der Sekundäreinheiten in der i -ten Primäreinheit in der Stichprobe

n_{II} : Anzahl der Sekundäreinheiten in der i -ten Primäreinheit in der Stichprobe ($n_{II}=\text{const. Für alle } i$)

$N_{Q,q-1}$: Anzahl der Einheiten der untersten Stufe in der $q-1$ -ten Einheit in der Grundgesamtheit

$n_{Q,q-1}$: Anzahl der Einheiten der untersten Stufe in der $q-1$ -ten Einheit in der Stichprobe

N_Q : Anzahl der Einheiten der untersten Stufe in der $q-1$ -ten Einheit in der Grundgesamtheit
($N_Q=\text{const. Für alle } q$)

n_Q : Anzahl der Einheiten der untersten Stufe in der $q-1$ -ten Einheit in der Stichprobe
($n_Q=\text{const. Für alle } q$)

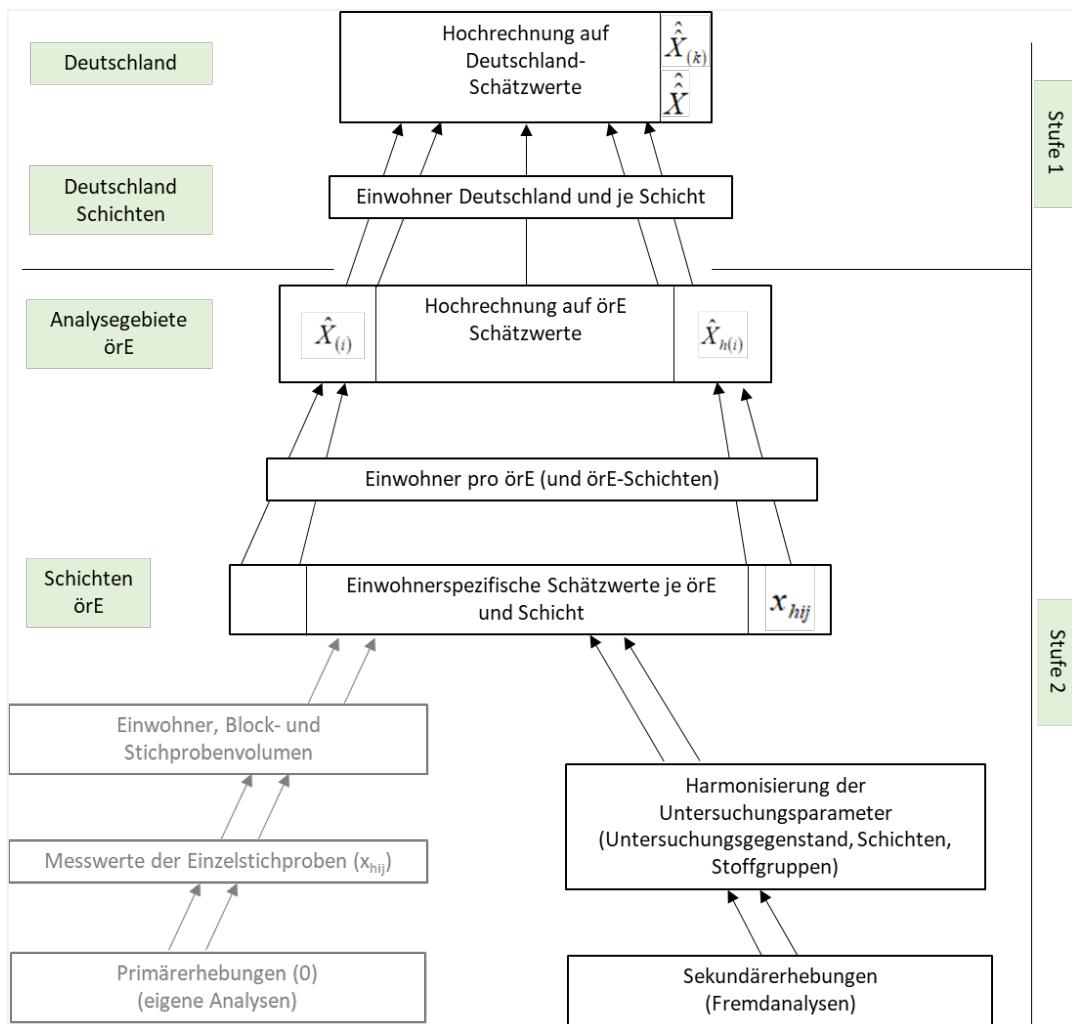
$N_{\Sigma Q}$: Anzahl aller Einheiten der untersten Stufe in der Grundgesamtheit $N_{\Sigma Q} = N_I \cdot N_{II} \cdot \dots \cdot N_Q$

$n_{\Sigma Q}$: Anzahl aller Einheiten der untersten Stufe in der Stichprobe $n_{\Sigma Q} = n_I \cdot n_{II} \cdot \dots \cdot n_Q$

$\dot{x}_{ij\dots q}$: Stichprobenmerkmal der q -ten Untereinheit

Zur näheren Erläuterung sind in Abbildung 2 die Hochrechnungsschritte ausgehend von den Daten der Sekundäranalysen über alle Auswahlstufen dargestellt.

Abbildung 2: Hochrechnungsschema



Quelle: Kern et al. (2022)

6.1.1.2.6 Qualitätsmanagement

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.

Nach dem Schritt der Datenaufbereitung für die Auswertung und Hochrechnung von Hausmüll wurden Überprüfungen der Berechnungen hinsichtlich Qualität und rechnerischer Stimmigkeit durch eine zweite Person (Vier-Augen-Prinzip) vorgenommen. Erst nach ggf. erforderlicher Anpassung und entsprechender Freigabe wurden die aufbereiteten Daten in die Datenbank (siehe Kapitel 6.1.1.2.3) aufgenommen und somit zur weiteren Auswertung bereitgestellt.

Für die anschließende Datenauswertung per Tabellenkalkulation besteht eine weitere Schnittstelle. Auch hier wurden umfangreiche 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 im Einzelnen insbesondere auf die abgestimmte Zuordnung der Stoffgruppen, mengenmäßige Übereinstimmung mit den übermittelten 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 sind oder ggf. eine erneute Überarbeitung der aufbereiteten Daten erforderlich machen. Durch einen Vorher-Nachher-Vergleich in den Teilschritten der Auswertung wurden evtl. 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 aus anderen Untersuchungen eine Rolle. Nach ggf. erforderlichen Korrekturen wurden abschließend die erstellten Ergebnisse noch einmal durch eine zweite Person gegengeprüft (Vier-Augen-Prinzip).

6.1.1.3 Darstellung und Bewertung des Ergebnisses

Nachfolgend werden die auf Basis der Untersuchungsgebiete auf das Bundesgebiet hochgerechneten Ergebnisse vorgestellt und kommentiert. Kapitel 6.1.1.3.1 stellt die Ergebnisse der Hochrechnung in den Untersuchungsgebieten auf das Bundesgebiet unter Berücksichtigung der jeweiligen Schichtanteile an der Grundgesamtheit dar. Die Grundlagen für die Berechnungsmethodik sind in Kapitel 6.1.1.2.5 ausführlich beschrieben.

Unabhängig davon, auf welche Jahresmengen die AKO angewendet werden, bleiben die AKO unverändert, da diese über die stoffliche Zusammensetzung bestimmt wurden und für die Anteile aus privaten Haushalten und aus gewerblichen Anteilen die gleiche Zusammensetzung angenommen wurde.

Die differenziert vorliegenden Stoffgruppen-Ergebnisse der Untersuchungsgebiete (Stichproben-örE) wurden bezüglich des Untersuchungszweckes nach acht Stoffgruppen auf die drei Ebenen „Hausmüll-Gesamt“, „Organik“ und „LMA“ aggregiert: „restliche Stoffe im Hausmüll“, „Organik, Gartenabfälle“, „sonstige Organik“, „LMA“, „Küchenabfälle“, „Nahrungsabfälle“ und „verpackte LM (netto)“. Damit wird die Relevanz der LMA im Hausmüll hervorgehoben.

Die Gesamtmenge an Hausmüll inklusive Geschäftsmüll, die über die örE erfasst wurde, beträgt 12,943 Mio. t²³. Bezogen auf die Einwohnerzahlen von 2019 entspricht das einer durchschnittlichen spezifischen Hausmüllmenge von 155,6 kg/(E*a). Die Hausmüllmenge aus privaten Haushalten, die über eine Hochrechnung aus den Stichproben-örE auf das Bundesgebiet auf Grundlage der Schichteinteilung geschätzt wurde, beträgt ca. 10,506 Mio. t. Bezogen auf die Einwohner entspricht das einer durchschnittlichen spezifischen Hausmüllmenge von 126,3 kg/(E*a).

Die in der Hausmülllogistik miterfassten Gewerbeabfallmengen wurden in diese Untersuchung einbezogen. Die Mengendifferenz von ca. 19 % zwischen den Summen der Abfallmenge aus den OERE der Bundesländer²⁴ und dem auf Grundlage der Analyseergebnisse hochgerechneten Jahreswert bildet nach Einschätzung des Konsortiums den Geschäftsmüllanteil im kommunalen Hausmüll in Deutschland ab. Für die Geschäftsmüllmenge wurde die gleiche Zusammensetzung wie für die über die Hochrechnung ermittelte Zusammensetzung des Hausmülls aus privaten Haushalten angenommen. Der Anteil des Geschäftsmülls (sowie die Zusammensetzung)

²³ Diese Werte sind das Ergebnis einer regional koordinierten Zusammenstellung der OERE-Daten der Bundesländer für das BJ 2019 durch den Zentralen Auskunftsdiest des StBA im Jahr 2021 (StBA 2021).

²⁴ Diese Werte sind das Ergebnis einer regional koordinierten Zusammenstellung der OERE-Daten der Bundesländer für das BJ 2019 durch den Zentralen Auskunftsdiest des StBA im Jahr 2021 (StBA 2021).

entspricht in seiner Größenordnung den Erfahrungswerten der Gutachter aus vielen Einzelanalysen des Konsortiums.

6.1.1.3.1 Zusammensetzung des Hausmülls und der darin enthaltenen Lebensmittelabfälle

Die nativ-organischen Abfälle sind mengenbezogen die größte Stoffgruppe im Hausmüll mit ca. 58,8 kg/(E*a) im Jahr 2019. Darin sind neben verwertbaren und für eine Getrennterfassung geeigneten Abfällen auch LM in Form von Küchenabfällen, Nahrungsabfällen und LMA in verpackter Form oder in teilentleerten Verpackungen, abzüglich der Verpackungsmassen, enthalten.

Die Zielgröße sind die LMA, die sich aus den Stoffgruppen „Küchenabfälle“, „Nahrungsabfälle“ und „verpackte LM (netto)“ zusammensetzen. Die Gesamtmenge an LMA im Hausmüll inklusive Geschäftsmüll beträgt 4,291 Mio. t. Die einwohnerspezifische Menge der LMA beträgt 51,6 kg/(E*a). Dies entspricht einem prozentualen Massenanteil von 33 %. Den größten Anteil in den LMA machen die Küchenabfälle mit 17 % aus, gefolgt von den Nahrungsabfällen mit 10 % und den verpackten LMA (netto) mit 6 % (siehe Tabelle 8 und Abbildung 3).

Tabelle 8: Zusammensetzung des Hausmülls und der darin enthaltenen Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2019

Stoffgruppe	Jahresmenge t/a	Einwohnerspezifische Jahresmenge kg/(E*a)	Zusammensetzung (Mittelwert) Masse %
restliche Stoffe im Hausmüll	8.056.126	96,9	62,2
Organik	4.886.675	58,8	37,8
Gartenabfälle	482.571	5,8	3,7
sonstige Organik	113.167	1,4	0,9
Lebensmittelabfälle	4.290.937	51,6	33,2
Küchenabfälle ¹	2.196.516	26,4	17,0
Nahrungsabfälle ²	1.309.520	15,7	10,1
verpackte Lebensmittel (netto)	784.901	9,4	6,1
Summe³	12.942.801	155,6	100,0
Summe aus privaten Haushalten⁴	10.505.832	126,3	81,2
Lebensmittelabfälle aus privaten Haushalten	3.485.746	41,9	33,2

¹ Küchenabfälle = LMA vor Verzehr, z.B. Obstschalen.

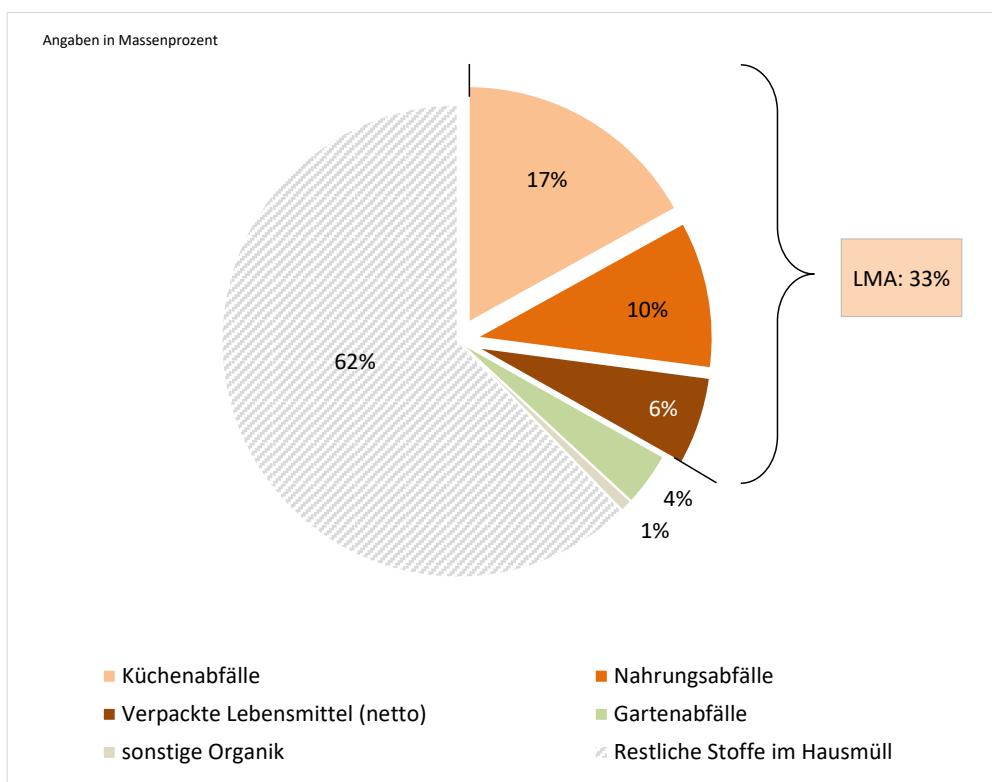
² Nahrungsabfälle = LMA „nach“ Verzehr, z.B. Speisereste.

³ Aus den OERE der Bundesländer BJ 2019 (StBA 2021), gerundete Werte.

⁴ Berechnung der Jahresmengen basiert auf der Hochrechnung analog der Vorgehensweise der Bundesweiten Hausmüllanalyse bezogen auf das Jahr 2019.

Quellen: StBA 2021; eigene Darstellung WI, ARGUS, INFA, USTUTT

Abbildung 3: Zusammensetzung des Hausmülls und der darin enthaltenen Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2019



Quelle: Kern et al. (2022)

6.1.1.3.2 Einfluss der Siedlungsstruktur auf die Zusammensetzung des Hausmülls und der Lebensmittelabfälle

Tabelle 9 und Abbildung 4 zeigen den Einfluss der Siedlungsstruktur auf die einwohnerspezifischen Hausmüllmengen und der darin enthaltenen LMA. In den Siedlungsstrukturgebieten mit hoher Bevölkerungsdichte (Städtisch, > 750 Einwohner je Quadratkilometer) fallen sowohl höhere Mengen an Organik als auch an restlichen Hausmüllbestandteilen an. Die höheren einwohnerspezifischen Organik-Mengen sind im Wesentlichen auf die Küchenabfälle und die Nahrungsabfälle zurückzuführen. In den Schichten „Ländlich“ und „Ländlich dicht“ unterscheiden sich maßgeblich nur die Mengen an Küchen- und Nahrungsabfällen. In der Schicht „Ländlich dicht“ fallen etwas weniger Küchen- und Nahrungsabfälle in der Restabfalltonne an, was vermutlich auf die höhere Nutzung der Biotonne in dieser Siedlungsstruktur zurückzuführen ist.

Für eine Einschätzung, inwieweit Haushalte in städtischer Siedlungsstruktur wirklich mehr LM wegwerfen, müssen die getrennt erfassten Bioabfallmengen mit einbezogen werden. Erläuterungen hierzu befinden sich in Kapitel 6.1.2.3.2.

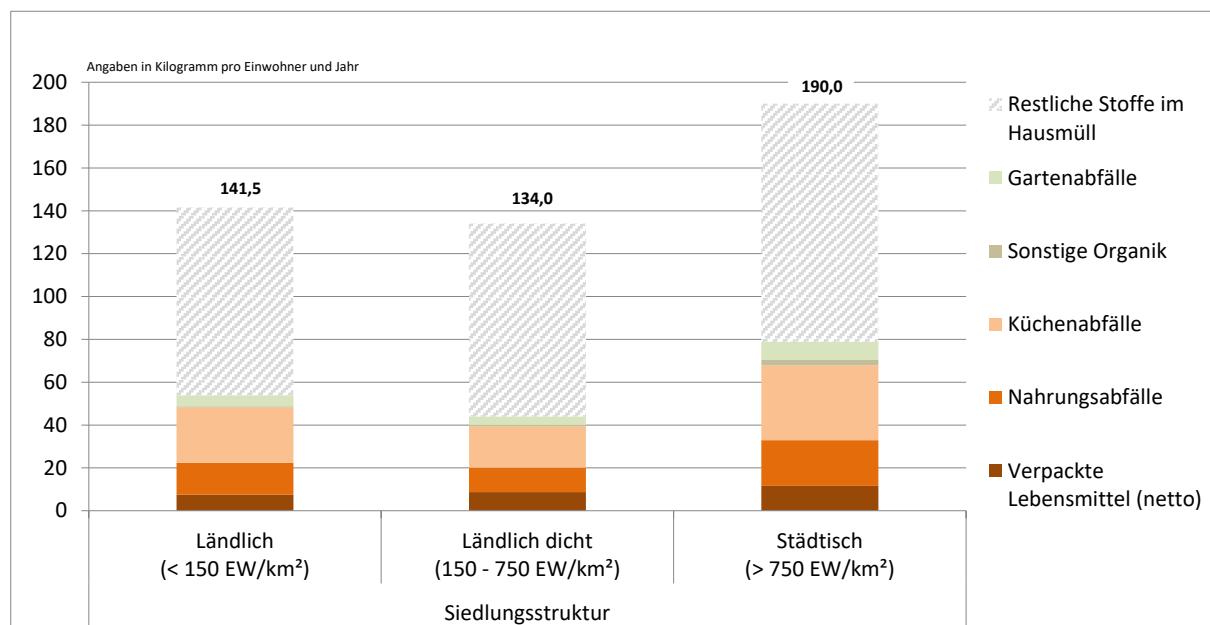
Tabelle 9: Spezifische Haushmüllmenge in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur im Berichtsjahr 2019

Stoffgruppe	Deutschland	Ländlich	Ländlich dicht	Städtisch
	kg/(E*a)			
restliche Stoffe im Haushmüll	96,9	87,6	90,0	111,2
Organik	58,8	53,9	44,1	78,8
Gartenabfälle	5,8	5,2	3,9	8,4
sonstige Organik	1,4	0,5	0,8	2,6
Lebensmittelabfälle	51,6	48,2	39,4	67,8
Küchenabfälle	26,4	25,8	19,3	34,9
Nahrungsabfälle	15,7	14,8	11,4	21,3
verpackte Lebensmittel (netto)	9,4	7,6	8,7	11,6
Summe¹	155,6	141,5	134,0	190,0

¹ Aus den OERE der Bundesländer BJ 2019 (StBA 2021).

Quellen: StBA 2021; eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

Abbildung 4: Spezifische Haushmüllmenge in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur im Berichtsjahr 2019



Quelle: Kern et al. (2022)

6.1.1.3.3 Einfluss der getrennt erfassten Bioabfallmenge auf die Zusammensetzung des Haushmülls und der Lebensmittelabfälle

Tabelle 10 und Abbildung 5 zeigen den Einfluss der getrennten Biofallsammlung auf die einwohnerspezifischen Mengen des Haushmülls und die darin enthaltenen LMA. In den Schichten mit niedrigen getrennt erfassten Bioabfallmengen (< 25 kg/(E*a)) fallen sowohl höhere Mengen

an Organik als auch an sonstigen Abfallbestandteilen an. Die höheren einwohnerspezifischen Organik-Mengen sind im Wesentlichen auf die Küchenabfälle und in geringerem Ausmaß auf die Nahrungsabfälle zurückzuführen. Dies ist vermutlich auf die höhere Nutzung der Biotonne in dieser Schicht zurückzuführen.

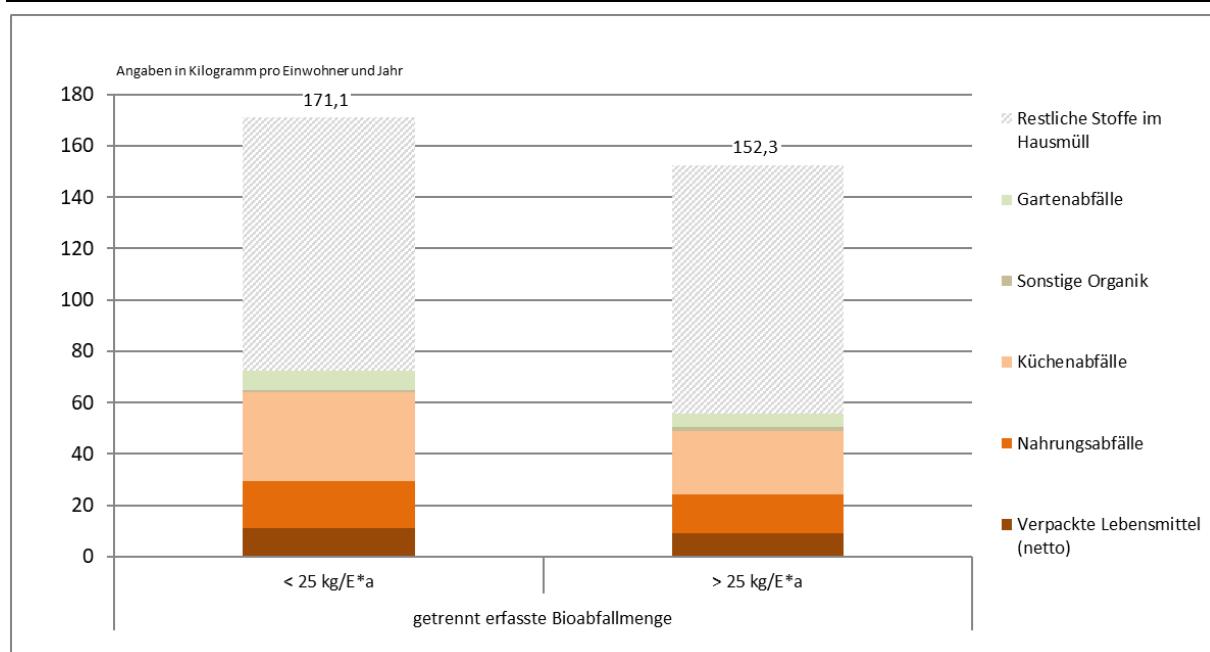
Tabelle 10: Spezifische Hausmüllmenge in Abhängigkeit von der getrennt erfassten Bioabfallmenge im Berichtsjahr 2019

Stoffgruppe	Deutschland	< 25 kg/(E*a)	≥ 25 kg/(E*a)
restliche Stoffe im Hausmüll	96,9	98,8	96,5
Organik	58,8	72,3	55,8
Gartenabfälle	5,8	7,5	5,4
sonstige Organik	1,4	0,8	1,5
Lebensmittelabfälle	51,6	64,0	48,9
Küchenabfälle	26,4	34,8	24,6
Nahrungsabfälle	15,7	18,3	15,2
verpackte Lebensmittel (netto)	9,4	10,9	9,1
Summe¹	155,6	171,1	152,3

¹ Aus den OERE der Bundesländer BJ 2019 (StBA 2021).

Quellen: StBA 2021; eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

Abbildung 5: Spezifische Hausmüllmenge in Abhängigkeit von der getrennt erfassten Bioabfallmenge im Berichtsjahr 2019



Quelle: Kern et al. (2022)

6.1.1.3.4 Einfluss des Gebührensystems auf die Zusammensetzung des Hausmülls und der Lebensmittelabfälle

Tabelle 11 und Abbildung 6 zeigen den Einfluss der Gebührensysteme auf die einwohnerspezifischen Mengen des Hausmülls und die darin enthaltenen LMA. In der Schicht mit Regelintervall fallen in allen Stoffgruppen höhere einwohnerspezifische Mengen an. Innerhalb der Organik sind die größten Unterschiede für die Stoffgruppen Küchenabfälle und Nahrungsabfälle zu erkennen. Die durchgehend höheren einwohnerspezifischen Mengen sind vermutlich auf fehlende Anreize zurückzuführen. Bei den gebührenrelevanten technisierten Systemen werden Anreize zur Reduzierung der Abfallmengen in der Restabfalltonne hingegen unterstützt.

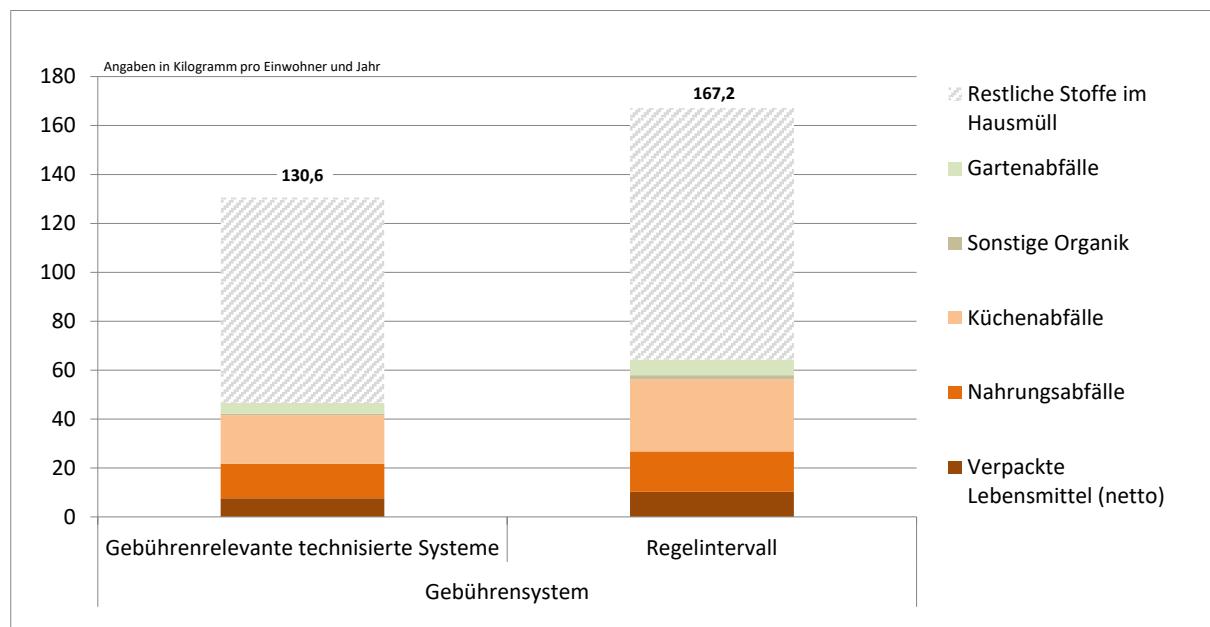
Tabelle 11: Spezifische Hausmüllmengen in Abhängigkeit vom Gebührensystem im Berichtsjahr 2019

Stoffgruppe	Deutschland	Regelintervall	Gebührenrelevante technisierte Systeme
			kg/(E*a)
restliche Stoffe im Hausmüll	96,9	102,8	83,9
Organik	58,8	64,3	46,7
Gartenabfälle	5,8	6,4	4,5
sonstige Organik	1,4	1,7	0,6
Lebensmittelabfälle	51,6	56,2	41,6
Küchenabfälle	26,4	29,4	19,9
Nahrungsabfälle	15,7	16,5	14,1
verpackte Lebensmittel (netto)	9,4	10,3	7,6
Summe¹	155,6	167,2	130,6

¹ Aus den OERE der Bundesländer BJ 2019 (StBA 2021).

Quellen: StBA 2021; eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

Abbildung 6: Spezifische Hausmüllmengen in Abhängigkeit vom Gebührensystem im Berichtsjahr 2019



Quelle: Kern et al. (2022)

6.1.1.3.5 Einfluss der Bebauungsstrukturen auf die Zusammensetzung des Haushaltsmülls und der Lebensmittelabfälle

Tabelle 12 und Abbildung 7 zeigen den Einfluss der Bebauungsstrukturen innerhalb der öRE auf die einwohnerspezifischen Mengen des Haushaltsmülls und die darin enthaltenen LMA. Die einwohnerspezifischen Mengen steigen für alle Stoffgruppen mit Ausnahme der Gartenabfälle mit zunehmender Bebauungsdichte an. Für die LMA ist ein steigendes Aufkommen von der Schicht Außenbereich (ländliche/ Stadtrand-Bebauung) zu den städtischen Schichten City und GWA zu erkennen. Die größten Unterschiede sind für die Stoffgruppen Küchenabfälle und Nahrungsabfälle zu erkennen. Vermutlich ist das höhere Aufkommen an Haushaltsmüll und auch der LMA in Schichten mit dichterer Bebauungsstruktur auf geringere Anreize zur Kosteneinsparung in diesen Schichten zurückzuführen.

Tabelle 12: Spezifische Hausmüllmenge in Abhängigkeit von den Bebauungsstrukturen im Berichtsjahr 2019

Stoffgruppe	Deutschland ¹	Außenbereich ²	City ²	Großwohnanlagen ²	GM/H ³
		kg/(E*a)	kg/(E*a)	kg/(E*a)	kg/(E*a)
restliche Stoffe im Hausmüll	96,9	74,2	82,7	97,7	78,7
Organik	58,8	42,8	55,1	58,1	47,6
Gartenabfälle	5,8	4,3	5,7	4,5	4,7
sonstige Organik	1,4	0,8	1,6	1,0	1,2
Lebensmittelabfälle	51,6	37,7	47,8	52,5	41,7
Küchenabfälle	26,4	19,3	24,8	26,7	20,9
Nahrungsabfälle	15,7	11,6	14,1	16,0	13,2
verpackte Lebensmittel (netto)	9,4	6,8	8,8	9,8	7,6
Summe⁴	155,6	117,1	137,8	155,8	126,3

¹ bezogen auf die gesamten Einwohner in Deutschland.

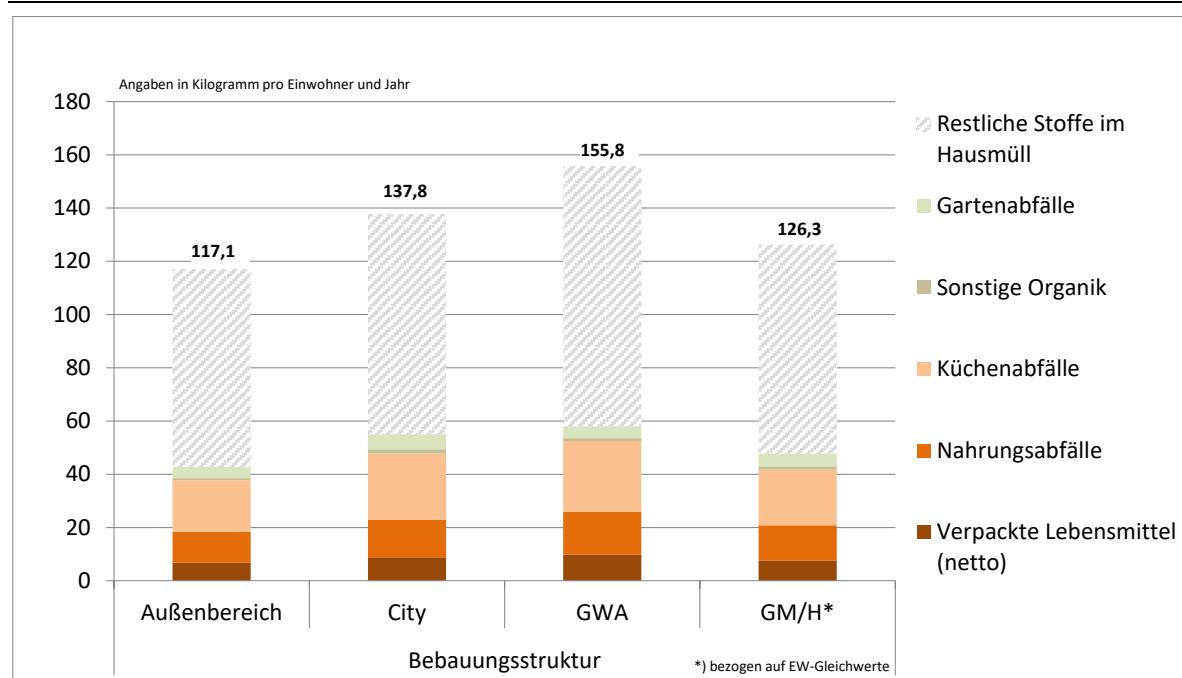
² bezogen auf die gesamten Einwohner in der jeweiligen Schicht.

³ GM/H (Geschäftsmüll, der gemeinsam mit Hausmüll in Restabfallbehältern gesammelt wird) bezogen auf EW-Gleichwerte.

⁴ Aus den OERE der Bundesländer BJ 2019 (StBA 2021).

Quellen: StBA 2021; eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

Abbildung 7: Spezifische Hausmüllmenge in Abhängigkeit von den Bebauungsstrukturen im Berichtsjahr 2019



Quelle: Kern et al. (2022)

Eine abschließende Einschätzung, inwieweit Haushalte in städtischen Schichten wirklich mehr LM wegwerfen als in den Außenbereichen, kann erst nach Abgleich mit den über die Biotonne gesammelten Bioabfallmengen vorgenommen werden. Erläuterungen hierzu enthält Kapitel 6.1.2.3.4.

6.1.2 Bioabfall inklusive Geschäftsmüll (20 03 01 04)

6.1.2.1 Datenerhebung und Datengrundlage aus Abfallsortieranalysen

Die AKO-Bestimmung für den Achtsteller „20 03 01 04 - Abfälle aus der Biotonne“ erfolgt auf Basis von Sekundäranalysen. In die Auswertung flossen durch das Konsortium durchgeführte Biotonnenanalysen für 26 örE in Deutschland ein. Dabei handelt sich um zehn kreisfreie Städte und 16 Landkreise mit einer Gesamtbevölkerungszahl von ca. 5,056 Mio. Einwohnern (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2020). Bei einer Gesamtbevölkerungszahl von ca. 83,167 Mio. Einwohnern im Jahr 2019 repräsentieren die 26 Untersuchungsgebiete ca. 6,1 % der in Deutschland lebenden Bevölkerung (StBA 2022).

Mit einem mittleren Bioabfallaufkommen von ca. 78,1 kg/E*a (berechnet nach Abfallbilanzen der Bundesländer 2019) liegen sie über dem bundesdeutschen Mittelwert von ca. 56 kg/E*a (berechnet nach Daten aus StBA 2022)²⁵. Etwas höher liegt noch das entsprechend der jeweiligen Bevölkerungszahl gewichtete Mittel mit ca. 82,5 kg/E*a (berechnet nach Abfallbilanzen der Bundesländer 2019). Die Unterschiede erklären sich im Wesentlichen aus den Anschlussgraden, die vermutlich in den vorliegenden Analysen über dem bundesweiten Durchschnitt lagen.

Ergänzend hat das Konsortium auf Basis ihm vorliegender Daten bzw. – bei Fehlen dieser – Abschätzungen hinsichtlich des Anschlussgrads in den betrachteten Untersuchungsgebieten an die Biotonne vorgenommen. Dieser lag im gewichteten Mittel bei etwa 70 %. Bezogen auf die tatsächlich angeschlossenen Einwohner ergeben sich daher kaum Unterschiede.

Die Untersuchungsergebnisse stammen, entsprechend den Vorgaben aus dem Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597 für den ersten Berichtszeitraum, aus den Jahren 2017 oder später.

Die durch zwei der am Konsortium Beteiligten durchgeführten Analysen wurden im Hinblick auf Methodik und Bearbeitungstiefe evaluiert und entsprechend den Vorgaben aus der statistischen Bearbeitung aufbereitet und strukturiert (siehe Kapitel 6.1.2.2.2 und 6.1.2.2.3).

Dazu wurde die angewandte Methodik und Bearbeitungstiefe abgeglichen und bewertet. Anhand eines erarbeiteten Kriterienkatalogs (Intecus 2016²⁶) wurden Mindestanforderungen für die Biotonnenanalysen festgelegt. Dies galt auch für die geographische Lage und räumliche Verteilung, abfallwirtschaftliche Randbedingungen, Wohn- und Bebauungsstruktur sowie Vegetationszeit. Präferiert wurden Biotonnenanalysen, die in einem Untersuchungsgebiet sowohl in der vegetationsarmen als auch in der vegetationsreichen Jahreszeit durchgeführt wurden. Somit wurde eine repräsentative Schichtung der Grundgesamtheit Deutschland sichergestellt.²⁷

²⁵ Abfälle aus der Biotonne (BfJ 2019) 4,674 Mio. t (S. 33), Bevölkerung 83,167 Mio. Einwohner zum 31.12.2019 (S. 40).

²⁶ Der erarbeitete Kriterienkatalog ist als Sächsische Sortierrichtlinie 1998 erstmals erschienen. Dieser Katalog dient der Vereinheitlichung von Abfallsortieranalysen fester Siedlungsabfälle. Ziel ist es, die Daten zum Aufkommen und zur Zusammensetzung von Siedlungsabfällen vergleichbar, fortreibbar und zusammenführbar zu generieren.

²⁷ Die Stichproben wurden entsprechend der Vorgaben der sächsischen Sortierrichtlinie bzw. der Methodenvorgabe der BKG gezogen. I.d.R. wurde bei den Kreisen/Städten jeweils eine Sortierkampagne in den vegetationsreichen und eine in der vegetationsarmen Zeit durchgeführt. Da es sich um eine Auswertung von Sekundärdaten handelte, wurden zunächst alle verfügbaren Analysen als Stichproben einbezogen. Es wurde geprüft, ob mit diesen Analysen alle für eine Hochrechnung auf Bundesebene erforderlichen Schichten abgedeckt werden.

Die Analyseergebnisse wurden insbesondere im Hinblick auf die LMA-Definition gemäß den Vorgaben des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597 auf der untersten Ebene der Stichprobeneinheiten nachbearbeitet und die Stoffgruppen ggf. neu gruppiert. Konnte eine vollständige Neustrukturierung der Datenbestände auf der Ebene der einzelnen Stichproben nicht mehr quantifiziert werden, wurde dies durch eine qualifizierte Schätzung des Konsortiums ergänzt.

Im Ergebnis wurde die vorhandene Datenstruktur des INFA und des WI soweit aufbereitet und harmonisiert, dass eine statistische Auswertung analog zum Hausmüll erfolgen konnte, um damit die Kompatibilität und Repräsentativität der Ergebnisse sicherzustellen.

6.1.2.2 Methodisches Vorgehen der Herleitung des Abfallkoeffizienten

6.1.2.2.1 Datenerfassung

Im Folgenden werden die Daten für die Bestimmung des AKO für den Bioabfall dargestellt.

Für die stoffliche Zusammensetzung des Bioabfalls, die zur Berechnung des LMA-Anteils benötigt wird, wurden 26 Abfallanalysen mit jeweils zwei Untersuchungskampagnen und eine Analyse mit einer Kampagne im Zeitraum 2017 bis 2021 in die vorliegende Studie einbezogen und ausgewertet. Ausgangsdaten für die Auswertung und Hochrechnung sind die einwohnerspezifischen Bioabfall-Wochenmengen der öRE nach Schichten. Diese wurden den Abfallbilanzen der Bundesländer (2019) entnommen. Es wurden die Abfallmengen für das BJ 2019 herangezogen, da die Abfallmengen des BJ 2020 zum Zeitpunkt der Ermittlung der AKO noch nicht vorlagen. Die Bioabfall-Mengen werden jährlich durch die öRE erhoben und über die StLÄ an das StBA berichtet. Alle Ergebnisse der Bioabfallanalysen stammen von Untersuchungen des Konsortiums.

Die Bestimmung der LMA im getrennt erfassten Bioabfall erfolgte ausschließlich über die Auswertung vorliegender Sekundäruntersuchungen, die gemäß den in verschiedenen Bundesländern vorliegenden Abfallsortierrichtlinien untersucht wurden. Alle Daten aus den Sekundäruntersuchungen wurden zusätzlich vor ihrer Einbeziehung in die Auswertungen bezüglich ihrer Qualität geprüft. Mit den vorliegenden Sekundäruntersuchungen konnten alle vorgesehenen Schichten besetzt und somit auch alle relevanten Einflüsse auf die Menge und Zusammensetzung des Bioabfalls berücksichtigt werden. Damit wurde sichergestellt, dass die Untersuchung den Anforderungen an die Repräsentativität genügt. Die Verteilung der Stichproben auf die Schichten (je Untersuchungskampagne) ist Anhang C zu entnehmen.²⁸

Die erforderlichen Randdaten²⁹ zur statistischen Analyse und Hochrechnung der Bioabfallmengen insgesamt sowie der LMA wurden den Sekundäruntersuchungen bzw. den amtlichen Statistiken für das Jahr 2019 entnommen. Die Anzahl der Untersuchungskampagnen und die Definitionen der Schichten wurden an die Anforderungen von getrennt erfassten Bioabfällen angepasst. Die öRE-Schichtungen nach Bebauungs- und Siedlungsstruktur wurden analog zum Hausmüll vorgenommen. Auf den Schichtungsparameter „Gebührensysteem“ konnte verzichtet werden, da für Bioabfall keine Einflüsse zu erwarten waren³⁰. Die Schichtung nach

²⁸ Die Verteilung der Stichprobe auf die Schichten und der Stichprobenumfang pro Schicht war nicht die Grundlage für die Stichprobenplanung. Die Darstellung dient nur als Nachweis für einen ausreichend großen Stichprobenumfang pro Schicht.

²⁹ Die zur Hochrechnung verwendeten Randdaten sind die Daten zur Schichtung (die Einflussgrößen) und die Einwohnerdaten, auf allen Ebenen der Schichtung unterteilt nach Grundgesamtheit und Stichprobe.

³⁰ Nach Einschätzung des Konsortiums besteht das Anreizsystem auf der Seite des Hausmülls. Einsparungen bei den Gebühren können erzielt werden, indem mehr Restabfall über die Biotonne entsorgt wird. Insofern kann keine direkte Einflussmöglichkeit identifiziert werden.

getrennt erfassten Bioabfallmengen wurde durch eine Schichtung nach Anschlussgrad an die Biotonne (hoher Anschlussgrad³¹, niedriger Anschlussgrad³², keine Nutzung³³) ersetzt.

Durch eine Anpassung der Randdaten an das Bezugsjahr 2019 (angepasste Einwohneranzahlen, Schichtzuordnungen, Stoffgruppedefinitionen etc.) wurde eine geschichtete mehrstufige Hochrechnung analog der in der Bundesweiten Hausmüllanalyse durchgeführten Methodik wiederholt.

Auf eine umfangreiche Stichprobenplanung, wie sie bei der Erstellung von repräsentativen Studien durchgeführt wird, konnte verzichtet werden, da eine ausreichende Anzahl an Bioabfallanalysen mit einer guten Verteilung über das Bundesgebiet vorlag. Für Bioabfall kann damit von einer repräsentativen Untersuchung ausgegangen werden. Dies trifft auch deshalb zu, weil viele der einbezogenen Bioabfallanalysen in denselben Gebieten, die für die Bundesweiten Hausmüllanalyse zufällig ausgewählt wurden, in die Untersuchung einbezogen wurden.

Die Hochrechnung der Untersuchungsparameter auf Deutschland-Ebene beginnt mit der Bioabfallzusammensetzung innerhalb der Schichten auf örE-Ebene. Diese Daten wurden aus den Sekundäruntersuchungen entnommen und mit den auf das BJ 2019 angepassten Randbedingungen (Einwohneranzahlen und Schichtungen) hochgerechnet.

Im Ergebnis erhält man eine hochgerechnete Bioabfallmenge und -zusammensetzung aus überwiegend privaten Haushalten. Die Differenzmenge zu den Abfallmengen aus den Abfallbilanzen der Bundesländer (2019) entspricht dann näherungsweise dem Geschäftsmüll.

Die Berechnung der Abfallmengen und -zusammensetzungen der Bioabfälle erfolgte analog der Methodik der Bundesweiten Hausmüllanalyse über eine mehrstufige geschichtete Hochrechnung. Dabei wurden die Abfallmengen der Teiluntersuchungsgebiete (Schichten) ausgehend von der örE-Ebene auf die Deutschland-Ebene hochgerechnet. Die Hochrechnung erfolgte jeweils schichtspezifisch entlang der an die Bioabfallentsorgung angeschlossenen Einwohner. Auf Ebene der örE wurden vier Schichten nach GWA, städtisch verdichteter Struktur (City), Strand-Struktur und ländlicher Struktur gebildet (Strand-Struktur und ländliche Struktur wurden zu einer Schicht (Außenbereich) zusammengefasst). Auf Deutschland-Ebene wurden insgesamt sechs Schichten (drei Schichten nach Siedlungsstruktur und zwei Schichten nach Anschlussgrad an die Biotonne) gebildet.

Durch die Anzahl der von dem Konsortium bereitgestellten Stichproben-örE (26 Stichproben) kann von einer ausreichenden statistischen Power (Teststärke) für die AKO-Genauigkeit in dieser Studie ausgegangen werden. Für die Zielparameter kann daher eine Genauigkeit im einstelligen Prozentbereich erwartet werden.

Eine detaillierte Methodenbeschreibung zur Untersuchungsplanung (Stichprobeneinheiten), Auswertung und Hochrechnung befindet sich in der Bundesweiten Hausmüllanalyse von Dornbusch et al. (2020) in Kapitel 5 auf den S. 44 bis 83, die analog für Bioabfälle angewendet wurde.

6.1.2.2.2 Harmonisierung der Sekundärdaten

Die Harmonisierung der Sekundärdaten für Bioabfall erfolgte analog der Harmonisierung der Sekundärdaten für Hausmüll (siehe Kapitel 6.1.1.2.2).

³¹ örE mit freiwilliger Biotonne = "niedriger Anschlussgrad" (Kriterium < 80 kg/E*a getrennt erfasste Biogut aus der Biotonne).

³² örE mit Anschluss- und Benutzungzwang der Biotonne = "hoher Anschlussgrad" (Kriterium ≥ 80 kg/E*a getrennt erfasste Biogut aus der Biotonne).

³³ örE ohne Biotonne = "keine Nutzung" (Kriterium 0,0 kg/E*a getrennt erfasste Biogut aus der Biotonne).

6.1.2.2.3 Datenmanagement

Das Datenmanagement für Bioabfall erfolgte analog zum Datenmanagement des Hausmülls (siehe Kapitel 6.1.1.2.3).

6.1.2.2.4 Statistische Analyse/Hochrechnung

Die Hochrechnungsmethode oder auch die Schätzung wurden analog der in der Bundesweiten Hausmüllanalyse beschriebenen Methode ausgeführt. Die Berechnungen vereinfachen sich insofern, als dass die Hochrechnung aufgrund der Verwendung von Sekundäruntersuchungen nicht auf Stichprobenebene, sondern auf örE-Ebene beginnt. Die Hochrechnung folgt dabei einem festgelegten Berechnungsalgorithmus. Hierfür wurde ein Satz von Auswertungs- und Hochrechnungsdateien entwickelt. Die Hochrechnungsergebnisse werden in übersichtlichen Tabellen und Grafiken in Kapitel 6.1.1.2.5 zusammengestellt. Als Hochrechnungsmethode für die stoffliche Zusammensetzung des Bioabfalls eignet sich die mehrstufige geschichtete Verhältnisschätzung, die auch beim Hausmüll angewendet wurde (siehe Kapitel 6.1.1.2.5).

Die Ergebnisse der 26 Sekundäruntersuchungen auf örE-Ebene wurden je Kampagne bzw. Vegetationsperiode mit den Schichteinwohnern für 2019 auf das BJ 2020 übertragen. Die Auswertung erfolgte grundsätzlich analog zur Auswertung des Hausmülls (siehe 6.1.1.2.4 und Abbildung 2). Daher werden im Folgenden lediglich Abweichungen vom Vorgehen zur Auswertung genannt.

Zur Hochrechnung der Bioabfälle wurden die Einwohner der Schichtungsmatrix in Tabelle 13 zu Grunde gelegt. Dabei handelt es sich um die gesamten Schicht-Einwohner (nicht um die an die Biotonne angeschlossenen Einwohner). In den Schichten mit geringer Siedlungsdichte (siehe Tabelle 13 und Tabelle 14, Siedlungsstruktur Ländlich ($< 150 \text{ E/km}^2$ bzw. Schicht-Nummer 1 und 2)) wurden nur die Bebauungsstrukturen „Außenbereich“ und „City“ ausgewiesen. Letztere enthält in diesem Fall die Schicht der GWA.³⁴

Auf der Jahresbasis erfolgte je Deutschland-Schicht ein Abgleich mit den entsprechenden Bioabfallmengen aus den Abfallbilanzen der Bundesländer für das BJ 2019. Die Jahresmengen wurden über pauschale Korrekturfaktoren je Deutschland-Schicht so justiert, dass sich jeweils ein mittlerer Geschäftsmüll-Anteil von 5 % der Gesamt-Menge ergab³⁵. Die Verpackungsanteile innerhalb der Stoffgruppe der verpackten LM waren hier bereits im Rahmen der Aufbereitung der Sekundärdaten erfolgt und konnten an dieser Stelle entfallen.

³⁴ In den ländlichen Gebieten sind in der Regel kaum nennenswerte Anteile an GWA vorhanden. Vereinzelt können in den Bebauungsstrukturen dennoch GWA-Anteile vorhanden sein. Diese wurden dann der Schicht City zugeordnet.

³⁵ Die hochgerechneten Mengen der Biotonnenabfälle enthalten keinen Geschäftsmüllanteil, da dieser von den Analysen ausgenommen war. Um den Abgleich zu den von den örE erfassten Biotonnenmengen (inklusive Geschäftsmüllanteil) herzustellen, wurde mit einer pauschalen Korrektur gearbeitet. Diese basiert wiederum auf Erfahrungswerten des Konsortiums.

Tabelle 13: Zusammenstellung von Daten öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger zur Schicht-einteilung für Bioabfall im Berichtsjahr 2019

Siedlungsstruktur	Anschluss an die Biotonne	Anzahl örE	Schicht-anteil in %	Einwohner	Einwohneranteile in %
Ländlich (<150 E/km ²)	hoch	56	14	8.507.598	10
	niedrig	71	18	10.085.290	12
	keine Nutzung	15	4	2.328.551	3
Ländlich dicht (150-750 E/km ²)	hoch	83	21	19.302.389	23
	niedrig	65	17	12.275.161	15
	keine Nutzung	5	1	1.253.656	2
Städtisch/Großstädtisch (>750 E/km ²)	hoch	15	4	2.398.282	3
	niedrig	77	20	26.672.383	32
	keine Nutzung	3	1	343.401	0
Insgesamt		390	100	83.166.711	100

Quellen: Abfallbilanzen der Bundesländer 2019; eigene Darstellung, ARGUS

Tabelle 14: Schichtungsmatrix für die neun Deutschland-Schichten und die drei örE-Schichten – Anzahl der Einwohner in der Grundgesamtheit im Berichtsjahr 2019

Schicht-Nr. Deutschland-Ebene	Anzahl Einwohner in der Grundgesamtheit (nach bundesweiter und örE-Schichtung)			
	Gesamt	AB	City	GWA
1	8.507.598	6.659.826	1.469.739	378.034
2	10.085.290	7.474.015	2.030.269	581.006
3	2.328.551	1.521.313	603.244	203.994
4	19.302.389	13.972.435	3.895.456	1.434.497
5	12.275.161	8.259.927	2.935.897	1.079.337
6	1.253.656	841.261	292.707	119.688
7	2.398.282	1.351.952	777.037	269.293
8	26.672.383	11.286.169	11.920.274	3.465.940
9	343.401	158.769	152.569	32.063
Insgesamt	83.166.711	51.525.667	24.077.193	7.563.851

Gerundete Werte.

Quellen: Abfallbilanzen der Bundesländer 2019; eigene Darstellung, ARGUS

6.1.2.2.5 Mehrstufige geschichtete Verhältnisschätzung

Die mehrstufige geschichtete Verhältnisschätzung des Bioabfalls erfolgte analog zur mehrstufigen geschichteten Verhältnisschätzung des Hausmülls (siehe Kapitel 6.1.1.2.5)

6.1.2.2.6 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement für Bioabfall erfolgte analog zum Qualitätsmanagement des Hausmülls (siehe Kapitel 6.1.1.2.6)

6.1.2.3 Darstellung und Bewertung des Ergebnisses

Nachfolgend werden die auf Basis der Untersuchungsgebiete auf das Bundesgebiet hochgerechneten Ergebnisse vorgestellt. Tabelle 15 und Abbildung 8 zeigen das Ergebnis der Hochrechnung der Einzelergebnisse in den Untersuchungsgebieten auf das Bundesgebiet unter Berücksichtigung der jeweiligen Schichtanteile an der Grundgesamtheit. Die Grundlagen für die Berechnungsmethodik sind in Kapitel 6.1.1.2.5 ausführlich beschrieben.

Unabhängig davon, auf welche Jahresmengen die AKO angewendet werden, bleiben die AKO unverändert, da diese über die stoffliche Zusammensetzung bestimmt wurden und für die Anteile aus privaten Haushalten und aus gewerblichen Anteilen die gleiche Zusammensetzung angenommen wurde.

Die differenziert vorliegenden Stoffgruppen-Ergebnisse der Untersuchungsgebiete (Stichproben-örE) wurden bezüglich des Untersuchungszweckes nach sieben Stoffgruppen auf die drei Ebenen „Bioabfall-Gesamt“, „Organik“ und „LMA“ aggregiert. Damit wird die Relevanz der LMA im getrennt erfassten Bioabfall herausgehoben.

6.1.2.3.1 Zusammensetzung des Bioabfalls und der darin enthaltenen Lebensmittelabfälle

In Tabelle 15 wird die Zusammensetzung des Bioabfalls und der darin enthaltenen LMA sowie die spezifische Bioabfallmenge von 65 kg/(E*a) vorgestellt. Die Hochrechnung der ermittelten Massenströme für getrennt erfassten Bioabfall aus privaten Haushalten in Deutschland wurde auf Grundlage der Schichteinteilung berechnet. Daraus errechnet sich ein Jahreswert für Bioabfall aus privaten Haushalten von ca. 5,417 Mio. t. Die getrennt erfasste Bioabfallmenge in Deutschland betrug auf Grundlage der Abfallbilanzen der Bundesländer für BJ 2019 ca. 5,702 Mio. t, dies entspricht 68,6 kg/(E*a). Darin sind im Rahmen der Bioabfalllogistik miterfasste Gewerbeabfallmengen enthalten, die in diese Untersuchung einbezogen wurden. Die Mengendifferenz von ca. 5 % zwischen den Summen aus den Abfallbilanzen der Bundesländer und dem auf Grundlage der Analyseergebnisse hochgerechneten Jahreswert bildet den Geschäftsmüllanteil im getrennt erfassten Bioabfall in Deutschland ab. Für den Geschäftsmüllanteil im Bioabfall wurde die gleiche Zusammensetzung wie für die über die Hochrechnung ermittelte Zusammensetzung des Bioabfalls aus privaten Haushalten angenommen. Der gewerbliche Anteil im Bioabfall (sowie die Zusammensetzung) entspricht in seiner Größenordnung den Erfahrungswerten des Konsortiums aus vielen Einzelanalysen.

Die nativ-organischen Abfälle sind erwartungsgemäß die mengenbezogen größte Stoffgruppe im getrennt erfassten Bioabfall mit ca. 54,9 kg/(E*a). Darin sind neben verwertbaren und für die Getrennterfassung geeigneten Abfällen (Gartenabfälle) auch LM in Form von Küchenabfällen, Nahrungsabfällen und verpackten LM in verpackter Form oder in teilentleerten Verpackungen, abzüglich der Verpackungsmassen (=netto), enthalten.

Der Lebensmittelanteil bzw. der AKO für Bioabfälle beträgt 36 %. Die Gesamtmenge an LMA aus dem getrennt erfassten Bioabfall beträgt 2,036 Mio. t, bezogen auf die Einwohner entspricht das 24,5 kg/(E*a).

Tabelle 15: Zusammensetzung des Bioabfalls und der darin enthaltenen Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2019

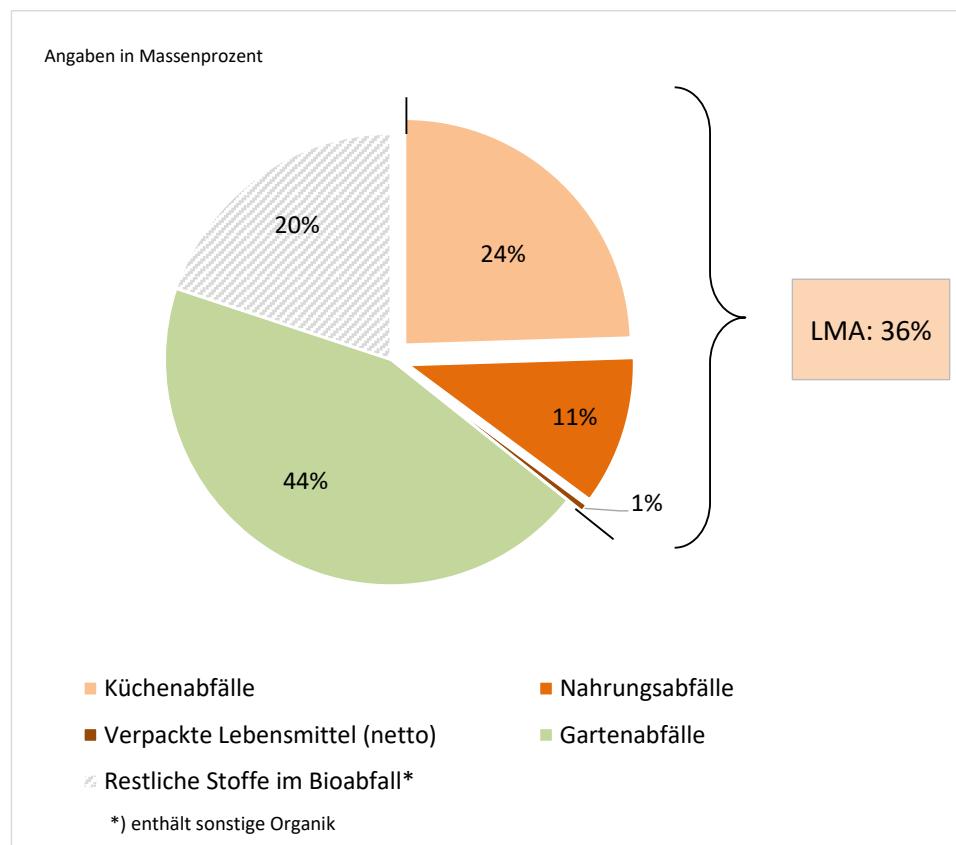
Stoffgruppe	Jahresmenge t/a	Einwohnerspezifische Jahresmenge kg/(E*a)	Zusammensetzung (Mittelwert) Masse %
restliche Stoffe im Bioabfall	1.135.074	13,6	19,9
Organik	4.566.878	54,9	80,1
Gartenabfälle	2.531.299	30,4	44,4
Lebensmittelabfälle	2.035.579	24,5	35,7
Küchenabfälle	1.396.957	16,8	24,5
Nahrungsabfälle	607.679	7,3	10,7
verpackte Lebensmittel (netto)	30.943	0,4	0,5
Summe¹	5.701.952	68,6	100,0
Bioabfall aus privaten Haushalten²	5.416.854	65,1	95,0
Lebensmittelabfälle aus privaten Haushalten	1.933.800	23,3	35,7

¹ Aus den Abfallbilanzen der Bundesländer BJ 2019, gerundete Werte.

² Berechnung der Jahresmengen basiert auf der Hochrechnung analog der Vorgehensweise der Bundesweiten Hausmüllanalyse bezogen auf das Jahr 2019.

Quellen: Abfallbilanzen der Bundesländer 2019; eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

Abbildung 8: Zusammensetzung des Bioabfalls und der darin enthaltenen Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2019



Quelle: Kern et al. (2022)

6.1.2.3.2 Einfluss der Siedlungsstruktur auf die Zusammensetzung des Bioabfalls und der Lebensmittelabfälle

Tabelle 16 und Abbildung 9 zeigen den Einfluss der Siedlungsstruktur auf die einwohnerspezifischen Mengen des getrennt erfassten Bioabfalls und der darin enthaltenen LMA. In der Siedlungsstruktur „Ländlich dicht“ (150 bis 750 Einwohner je Quadratkilometer) werden die höchsten einwohnerspezifischen Bioabfallmengen für Organik 76,3 kg/(E*a) und LMA 37,6 kg/(E*a) getrennt erfasst. Dies ist auf die höheren Anschlussgrade der Haushalte an die Biotonne in dieser Schicht zurückzuführen. Blickt man auf die LMA im Hausmüll in der Schicht „Ländlich dicht“, so ist festzustellen, dass im Hausmüll deutlich weniger LMA erfasst wurden. In der Summe der LMA aus Hausmüll und Bioabfall wurden in der Schicht Ländlich 67,0 kg/(E*a), in der Schicht Ländlich dicht 77,0 kg/(E*a) und in der Schicht Städtisch 81,7 kg/(E*a) entsorgt. Das heißt, im Hausmüll und Bioabfall finden sich die kleinsten Mengen an LMA in der ländlichen Siedlungsstruktur. In der Tendenz werden damit die wenigsten LMA im ländlichen Bereich weggeworfen.

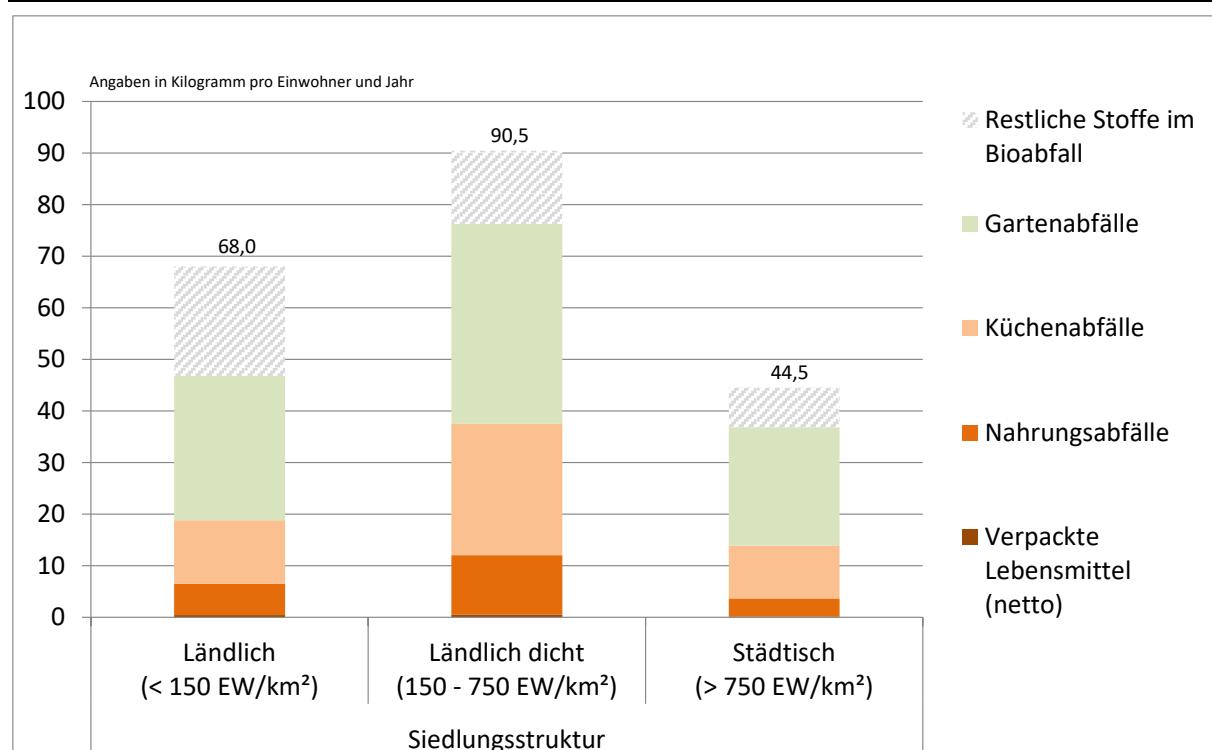
Tabelle 16: Spezifische Bioabfallmenge in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur im Berichtsjahr 2019

Stoffgruppe	Deutschland	Ländlich	Ländlich dicht	Städtisch
	kg/(E*a)			
restliche Stoffe im Bioabfall	13,6	21,3	14,2	7,7
Organik	54,9	46,8	76,3	36,9
Gartenabfälle	30,4	28,0	38,7	23,0
Lebensmittelabfälle	24,5	18,8	37,6	13,9
Küchenabfälle	16,8	12,3	25,5	10,2
Nahrungsabfälle	7,3	6,1	11,5	3,5
verpackte Lebensmittel (netto)	0,4	0,4	0,5	0,2
Summe¹	68,6	68,0	90,5	44,5

¹ Aus den Abfallbilanzen der Bundesländer BJ 2019.

Quellen: Abfallbilanzen der Bundesländer 2019; eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

Abbildung 9: Spezifische Bioabfallmenge in Abhängigkeit von der Siedlungsstruktur im Berichtsjahr 2019



Quelle: Kern et al. (2022)

6.1.2.3.3 Einfluss des Anschlussgrades an die Biotonne auf die Zusammensetzung des Bioabfalls und der Lebensmittelabfälle

Tabelle 17 und Abbildung 10 zeigen den Einfluss des Anschlussgrades an die getrennte Bioabfallsammlung auf die einwohnerspezifischen Mengen des getrennt erfassten Bioabfalls und der darin enthaltenen LMA. Im Vergleich der Schichten ist zu erkennen, dass die einwohnerspezifischen Werte erwartungsgemäß stark korrelieren. Während die LMA in der Schicht mit hohem Anschlussgrad um den Faktor 2,6 höher liegen, beträgt der Unterschied für die Gartenabfälle das Vierfache (Faktor 4). Dies bedeutet, dass mit zunehmendem Anschlussgrad vorrangig die Gartenabfälle ansteigen. Bezuglich der Unterschiede des LMA-Wegwerfverhaltens zwischen den Schichten können keine Schlussfolgerungen abgeleitet werden.

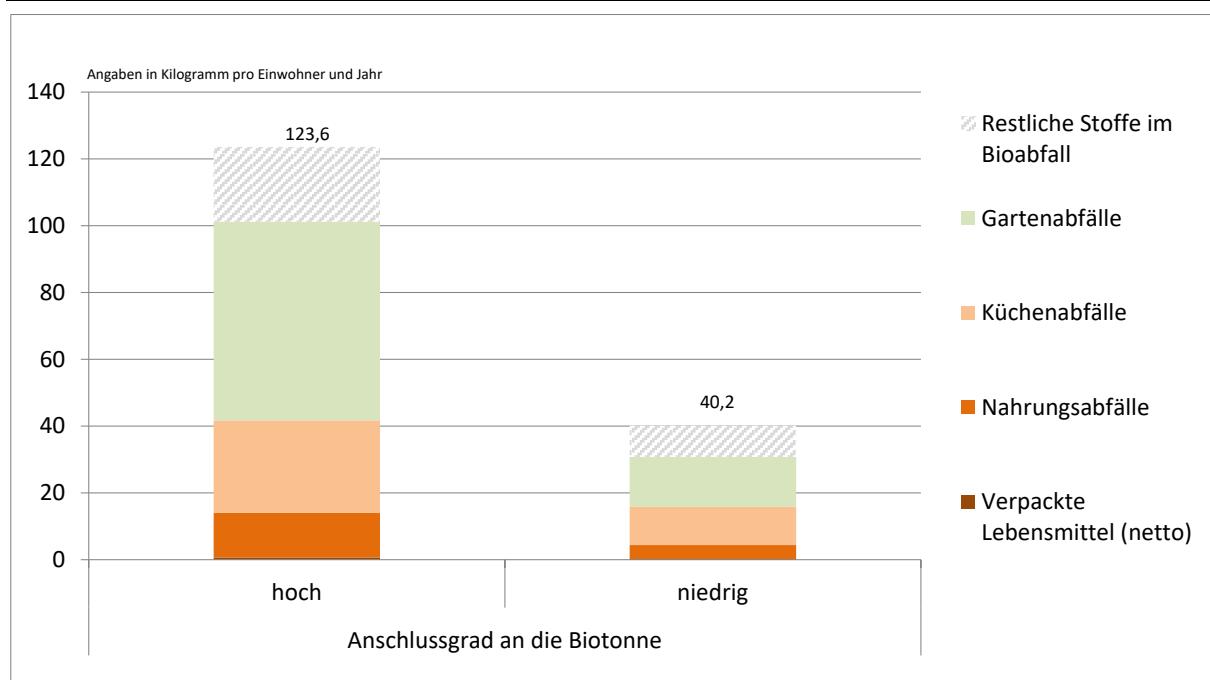
Tabelle 17: Spezifische Bioabfallmenge in Abhängigkeit vom Anschlussgrad an die getrennte Bioabfallsammlung im Berichtsjahr 2019

Stoffgruppe	Deutschland	Anschlussgrad an die Biotonne		kg/(E*a)
		hoch	niedrig	
restliche Stoffe im Bioabfall	13,6	22,4	9,4	
Organik	54,9	101,2	30,8	
Gartenabfälle	30,4	59,5	15,0	
Lebensmittelabfälle	24,5	41,7	15,8	
Küchenabfälle	16,8	27,7	11,5	
Nahrungsabfälle	7,3	13,4	4,1	
verpackte Lebensmittel (netto)	0,4	0,6	0,2	
Summe¹	68,6	123,6	40,2	

¹ Aus den Abfallbilanzen der Bundesländer BJ 2019.

Quellen: Abfallbilanzen der Bundesländer 2019; eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

Abbildung 10: Spezifische Bioabfallmenge in Abhängigkeit vom Anschlussgrad an die getrennte Bioabfallsammlung im Berichtsjahr 2019



Quelle: Kern et al. (2022)

6.1.2.3.4 Einfluss der Bebauungsstrukturen auf die Zusammensetzung des Bioabfalls und der Lebensmittelabfälle

Tabelle 18 und Abbildung 11 zeigen den Einfluss der Bebauungsstrukturen innerhalb der öRE auf die einwohnerspezifischen Mengen des getrennt erfassten Bioabfalls und der darin enthaltenen LMA. Im Außenbereich (überwiegend Ein- und Zweifamilienhäuser mit Gartenanteilen am Stadtrand und in ländlicher Struktur) werden deutlich mehr einwohnerspezifische Mengen an Organik und restlichen Stoffen in der Biotonne gesammelt als in den städtischen Schichten „City“ und „GWA“. Bei den einwohnerspezifischen LMA beträgt der Unterschied ca. 7,6 kg/(E*a) bzw. 29 %.

Blickt man auf die LMA im Hausmüll in der Schicht „Außenbereich“, so ist festzustellen, dass im Hausmüll deutlich weniger LMA erfasst wurden. In der Summe der LMA aus Hausmüll und Bioabfall wurden in der Schicht „Außenbereich“ 63,8 kg/(E*a), in der Schicht „City“ 66,5 kg/(E*a) und in der Schicht „GWA“ 70,7 kg/(E*a) entsorgt. Das heißt, im Hausmüll und Bioabfall finden sich die geringsten LMA-Mengen in der Schicht „Außenbereich“. In der Tendenz werden damit die wenigsten LMA auch für die Schichtung nach Bebauungsdichte, in weniger dicht bebauten Strukturen weggeworfen.

Tabelle 18: Spezifische Bioabfallmenge in Abhängigkeit von den Bebauungsstrukturen im Berichtsjahr 2019

Stoffgruppe	Deutschland ¹	Außenbereich ²	City ²	Großwohnanlage ²	GM/H ³
	kg/(E*a)				kg/(E*a)
restliche Stoffe im Bioabfall ⁴	13,6	17,3	6,2	5,0	13,0
Organik	54,9	65,7	30,2	29,8	52,2
Gartenabfälle	30,4	39,6	11,5	11,5	28,9
Lebensmittelabfälle	24,5	26,1	18,7	18,2	23,3
Küchenabfälle	16,8	17,8	13,0	13,0	16,0
Nahrungsabfälle	7,3	7,9	5,4	5,0	6,9
verpackte Lebensmittel (netto)	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4
Summe⁵	68,6	83,0	36,4	34,8	65,1

¹ Bezogen auf die gesamten Einwohner in Deutschland.

² Bezogen auf die gesamten Einwohner in der jeweiligen Schicht.

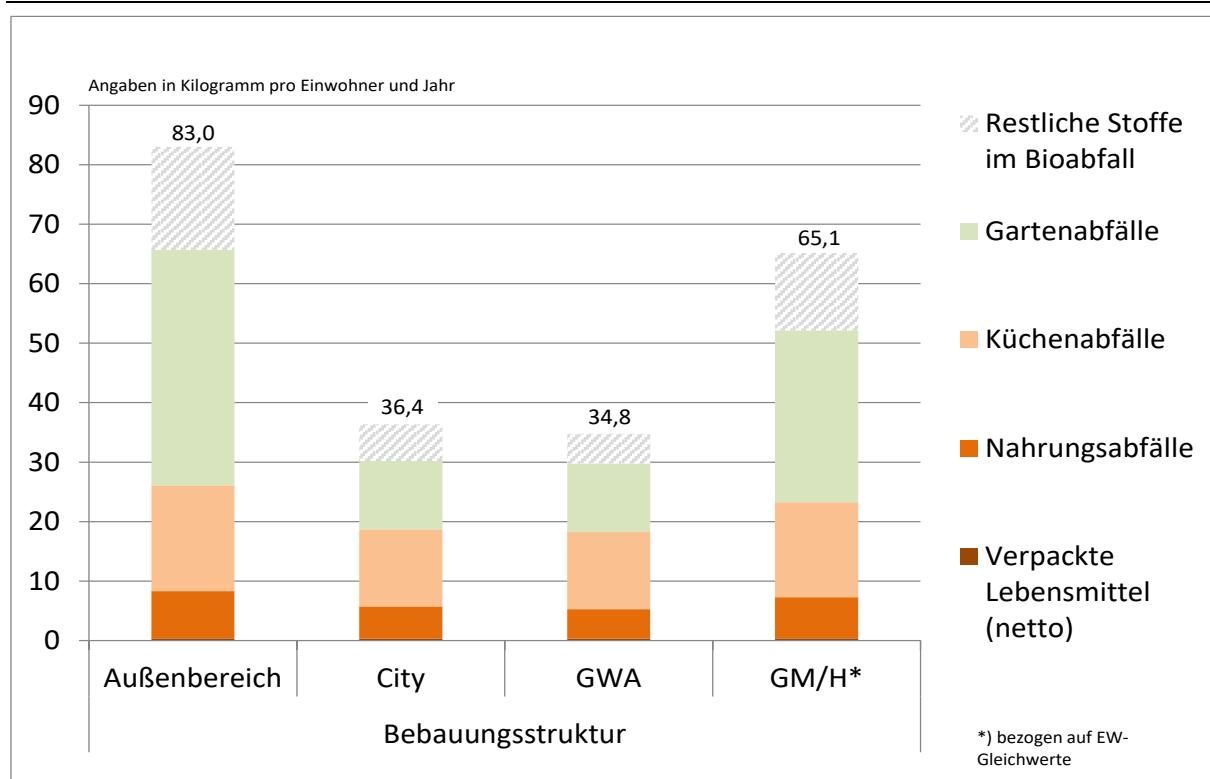
³ Bezogen auf EW-Gleichwerte.

⁴ Enthält sonstige Organik.

⁵ Aus den Abfallbilanzen der Bundesländer BJ 2019.

Quellen: Abfallbilanzen der Bundesländer 2019; eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

Abbildung 11: Spezifische Bioabfallmenge in Abhängigkeit von den Bebauungsstrukturen im Berichtsjahr 2019



Quelle: Kern et al. (2022)

6.1.3 Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle

Das nachfolgende Kapitel stellt die AKO-Ermittlung für die hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle (Abfallschlüssel 20 03 01 02) dar. Dieser achtstellige Abfallschlüssel ist nicht Teil des Europäischen Abfallverzeichnisses, sondern findet lediglich für statistische Zwecke Anwendung. Er ist dem sechsstelligen Abfallschlüssel „gemischte Siedlungsabfälle“ zugeordnet (Abfallschlüssel 20 03 01).

6.1.3.1 Datenerhebung und Datengrundlage

Die Datenbasis zur Zusammensetzung der getrennt von Hausmüll angelieferten oder eingesammelten hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle (Abfallschlüssel 20 03 01 02) ist sehr lückenhaft. Detaillierte Analysen liegen sehr lange zurück und spiegeln die Abfallzusammensetzung einer Zeit unter anderen abfallwirtschaftlichen Rahmenbedingungen wider. Aufgrund der fehlenden aktuellen Datenlage wird auf das Gewerbeabfallkataster Rheinland-Pfalz (RLP) (WI 1993) (Durchführung WI; landesweite Untersuchung von Gewerbeabfällen) zurückgegriffen. Die LMA-Anteile wurden zu diesem Zeitpunkt erhoben. Der Rückschluss auf die heutigen abschätzbaren LMA-Anteile in hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen erfordert ein transformatives Vorgehen unter Berücksichtigung der seit damals stattgefundenen abfallwirtschaftlichen Entwicklungen. Zur Beurteilung der Ergebnisse ist daher zwangsläufig von einem hohen Fehler auszugehen, der sich jedoch dadurch relativiert, dass die LMA-Menge in hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen lediglich einen Bruchteil des LMA-Gesamtaufkommens ausmacht. Die Abschätzung wurde durch das Konsortium erstellt und auf Plausibilität geprüft.

Ergänzend wurde ein Abgleich mit der vom UBA beauftragten und 2011 erschienenen Studie „Aufkommen, Verbleib und Ressourcenrelevanz von Gewerbeabfällen“ (Dehne et al. 2011) durchgeführt. Diese Studie wurde als Meta-Studie durchgeführt, im Zuge derer die bis 2011 veröffentlichten Angaben zur Zusammensetzung von Gewerbeabfällen zusammengeführt wurden. Wie die Autoren ausführen, gehen die Angaben neben anderen Veröffentlichungen weitgehend auf die durch das Konsortium veröffentlichten Ergebnisse aus zahlreichen Gewerbeabfallsichtungen zurück (Kern & Sprick 2001). Damit beziehen sie sich in Teilen auf die hier zur Untersuchung herangezogenen Daten aus dem Gewerbeabfallkataster RLP. Ergänzend wurden durch Dehne et al. (2011) unveröffentlichte Daten hinzugezogen. Im Mittel wird in der Meta-Studie ein Massenanteil für Gesamtorganik in gewerblichen Abfällen von 10 % ausgewiesen. Angaben zum LMA-Anteil wurden nicht gemacht.

6.1.3.2 Methodisches Vorgehen der Herleitung des Abfallkoeffizienten

Die Bestimmung der Gewerbeabfallzusammensetzungen in den ausgewählten Untersuchungsgebieten in RLP basiert im Kern auf Sekundäranalysen. Dazu wurden Gewerbeabfallsichtungen auf den Entsorgungsanlagen des Landes durchgeführt. Durch die namentliche Zuordnung jeder Abfallsortieranalyse zu dem entsprechenden Anlieferer entstand ein transparentes Bild des Abfallaufkommens und dessen Zusammensetzung auch in Bezug auf die WZ (WI 1993).

Die Ergebnisse basieren auf einer Abschätzung der volumetrischen Anteile jeder gesichteten Anlieferung. Differenziert wurde zwischen 150 Stoffgruppen. Die Identifikation einer Stoffgruppen setzte einen Mindestvolumenanteil von 5 % voraus. Die Sichtungen erfolgten auf 34 Deponien, Umlade- und Sortieranlagen im Zeitraum von Dezember 1992 bis Juli 1993. Im Rahmen der etwa 5.000 durchgeführten Einzelsichtungen wurden ergänzend stoffspezifische Schüttgewichte erhoben (WI 1993).

6.1.3.3 Darstellung und Bewertung des Ergebnisses

Tabelle 19 ist zu entnehmen, dass der nativ-organische Anteil mit 4,9 Volumen-% bzw. 5,0 Masse- % beträgt. Ausgehend von einem Gesamtgewerbeabfallaufkommen RLP 1992 von ca. 1,04 Mio. t entsprach dies einem Aufkommen von ca. 168.000 m³ bzw. ca. 52.000 t an nativ-organischen Abfällen (WI 1993).

Auch aufgrund der damals überwiegend erst im Aufbau befindlichen Getrennthaltungs- und Verwertungsstrukturen wurde als sogenannter Gewerbeabfall noch ein großes Gemisch an Abfallanlieferungen in einer großen Breite an Herkunft und WZ vorgefunden (WI 1993). Der damalige Abfallstrom mit einer Menge von 1,04 Mio. t ist heute in etwa mit dem Aufkommen an „Siedlungsabfällen aus anderen Herkunftsbereichen“ zu vergleichen, die in den Ergebnissen der Abfallbilanz von RLP 2020 (Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität (MKUEM) RLP 2021) mit 114.185 t ausgewiesen wurde. Das entspricht einer Abnahme um mehr als 90 Masse-%.

Vor dem Hintergrund der abfallwirtschaftlichen Entwicklungen kann davon ausgegangen werden, dass weitgehend alle verwertbaren Stoffe heute Verwertungswege finden und unter diesem Abfallschlüssel nicht mehr erfasst werden. Insbesondere gilt dies für die damals noch in großem Umfang anfallenden Massenabfallströme, insbesondere der Fraktionen „Schlämme und Mineralien“, aber auch „Textilien“, „Verbundmaterialien“ und „Papier/Pappe“.

Eine zusätzliche Erhebungsgröße in den Gewerbeabfallsichtungen waren die als Monochargen bezeichneten Anlieferungen. Als Monochargen wurden Anlieferungen bezeichnet, bei denen eine Einzelfraktion entweder einen Volumenanteil > 50 % bzw. in einer weiteren Kategorie > 70 % aufwies. Etwa 43 % des Gesamtgewerbeabfalls entfiel auf Monochargen > 50 Volumen-%, für die native Organik waren es ca. 20 Volumen-%.

In einem ersten Schritt wurden die als Monochargen identifizierten Stoffströme anhand ihres Anteils an der Gesamtfaktion und ihres erhobenen Reinheitsgrads herausgerechnet. Die derart bereinigte Zusammensetzung ergab für die native Organik einen leicht höheren Masseanteil von 6,4 % (WI 1993).

Tabelle 19: Zusammensetzung von Gewerbeabfällen im Land Rheinland-Pfalz 1992 bis 1993

Abfallfraktion	Anteil			Aufkommen ¹		Monochargen > 50 Volumen-% Einzelfraktion				Aufkommen/Zusammensetzung abzüglich Monochargen			
	Volumen-%	t/m³	Masse-%	m³/a	t/a	Anteil an Gesamt	Reinheitsgrad	Volumen-%	m³/a	t/a	m³/a	t/a	Masse-%
Organik	4,9	0,31	5,0	168.000	52.000	20,4	72,6	25.000	8.000	143.000	44.000	6,4	
Holz	11,2	0,22	8,2	386.000	85.000	24,7	72,5	69.000	15.000	317.000	70.000	10,2	
Papier/Pappe	13,0	0,13	5,7	436.000	59.000	32,6	68,4	97.000	13.000	339.000	46.000	6,7	
Verbund	10,2	0,30	5,8	200.000	60.000	54,6	78,7	86.000	26.000	114.000	34.000	5,0	
Metall	2,3	0,51	3,8	78.000	40.000	-	-	-	-	78.000	40.000	5,8	
Kunststoffe	15,7	0,17	8,9	547.000	92.000	24,4	72,9	97.000	16.000	450.000	76.000	11,1	
Textilien	2,0	0,15	1,0	67.000	10.000	55,9	82,3	31.000	5.000	36.000	5.000	0,7	
Mineralien	9,8	1,00	32,6	338.000	338.000	73,1	84,2	208.000	208.000	130.000	130.000	19,0	
Glas	1,3	0,63	2,7	44.000	28.000	-	-	-	-	44.000	28.000	4,1	
Schlämme	1,9	1,05	6,8	68.000	71.000	94,1	92,2	59.000	62.000	9.000	9.000	1,3	
Sonstiges	27,8	0,37	19,5	941.000	202.000	-	-	-	-	941.000	202.000	29,5	
Gesamt	100	0,31	100	3,3	1,04	43		672.000	353.000	2,6 Mio.	684.000	94	
¹ Gerundete Werte.													

Quelle: Eigene Darstellung, WI 1993

In einem zweiten Schritt wurde die Stoffgruppe „Organik“ betrachtet, bei der zwischen 18 Unterstoffgruppen differenziert wurde. Bezuglich LMA waren davon nur die Stoffgruppen Bioabfall³⁶ mit einem Anteil von 24,8 Volumen-% und LM³⁷ mit einem Anteil von 9,3 Volumen-% relevant (Tabelle 20). Massebezogen entsprach dies einem LMA-Anteil von 33,6 % an der Organik-Fraktion. Bezogen auf das bereinigte Gewerbeabfallaufkommen von rund 684.000 t ergab sich daraus ein LMA-Anteil von 2,2 Masse-%.

Dass dieser Wert zu niedrig sein wird und die realen Verhältnisse nur unzureichend abbildet, ergibt sich insbesondere aus zwei Aspekten:

- ▶ Im Zuge der Sichtungen wurden lediglich Abfallstoffe aufgenommen, die mindestens 5 % Volumen-Anteil ausmachten. Native Organik liegt hingegen in großem Maße als Suspension vor, sodass der tatsächliche Anteil höher gewesen sein wird.
- ▶ Der starke Rückgang insbesondere bei den Massenabfallstoffströmen und auch ein zu vermutender stärkerer Rückgang bei den verwertbaren trockenen Wertstoffen wie Papier/Pappe, Holz, Textilien etc., müsste heute zu einer relativen Steigerung des Prozentanteils in gewerblichen Abfällen geführt haben.

In Kenntnis der unbefriedigenden Datenlage, die eine Plausibilitätsprüfung nicht zulässt, wird für die hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle als bedeutendste Untergruppe der hier summarisch betrachteten Gewerbeabfälle der AKO in Annäherung mit 4 Masse-% angesetzt.

Tabelle 20: Zusammensetzung der Stoffgruppe Organik in Gewerbeabfällen im Land Rheinland-Pfalz 1992

Zusammensetzung der Organik-Fraktion						
Aufkommen abzüglich Monochargen				Gesamt ¹	Organik ¹	
	t/a	m ³ /a	t/a	Masse-%		
	684.000	143.000	44.000	6,4		
Anteil Lebensmittelabfall (LMA) an Organik-Fraktion						
	Volumen-%	t/m ³	Masse-%			
Bioabfall ²	24,8	0,318	25,2	35.000	11.100	1,6
Lebensmittel ³	9,3	0,284	8,4	13.000	3.700	0,5
Summe LMA				48.000	14.800	2,2

¹ Gerundete Werte.

² Bioabfall bezieht sich in WI 1993 auf die Summe der nativ organischen Abfälle (inklusive Gartenabfall).

³ Lebensmittelabfall bezieht sich in WI 1993 auf küchenstämmige Bioabfälle, überwiegend Speisereste.

Quelle: Eigene Darstellung, WI 1993

Gestützt wird dieser Ansatz durch die Studie von Dehne et al. (2011), die den Gesamtorganik-Anteil in hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen mit ca. 10 Masse-% im Mittel angegeben hat. Die hier angesetzten 4 Masse-% LMA entsprächen, bezogen auf die Angabe von Dehne et al. (2011), einem LMA-Anteil von 40 Masse-% an der Gesamtorganik. Gemäß der hier zur Auswertung

³⁶ Bioabfall bezieht sich in WI 1993 auf die Summe der nativ organischen Abfälle (inklusive Gartenabfall).

³⁷ Lebensmittelabfall bezieht sich in WI 1993 auf küchenstämmige Bioabfälle, überwiegend Speisereste.

herangezogenen Datenquelle betrug der LMA-Anteil an der Gesamtorganik 33,6 Masse-%. Auf Grundlage der ausgewerteten Abfallbilanz des StBA wurden im BJ 2019 ca. 3.271 Mio. t hausmüllähnliche Gewerbeabfälle gemeldet (StBA 2022).³⁸ Dies entspricht 39,3 kg/(E*a). Eine differenzierte herkunftsbezogene Aufteilung ist mangels Datengrundlage nicht möglich.

Unter Anwendung des voranstehend näherungsweise hergeleiteten AKO von 4 % enthaltenen LMA beläuft sich die LMA-Menge in den hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen auf ca. 131.000 t/a (Tabelle 21). Bezogen auf die Einwohner entspricht das etwa 1,6 kg/(E*a).

Tabelle 21: Expertenschätzung der Zusammensetzung der hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle und der darin enthaltenen Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2019

Stoffgruppe	Jahresmenge t/a	Einwohnerspezifische Jahresmenge kg/(E*a)	Zusammensetzung Masse %
Restliche Stoffe im hausmüllähnlichen Gewerbeabfall	2.943.900	35,4	90
Organik	327.100	3,9	10
Lebensmittelabfälle	130.840	1,6	4
sonstige Organik	196.260	2,4	6
Summe hausmüllähnlicher Gewerbeabfall¹	3.271.000	39,3	100
Lebensmittelabfälle im hausmüllähnlichen Gewerbeabfall	130.840	1,6	4

¹ Berechnung der Jahresmengen basiert auf der Abfallbilanz des Statistischen Bundesamts 2019, gerundete Werte.

Quellen: StBA 2022; eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

6.1.4 Ergebnis der Abfallkoeffizienten für gemischte Siedlungsabfälle

In der nachfolgenden Tabelle 22 sind die ermittelten Mengen und Zusammensetzungen der Abfallarten der gemischten Siedlungsabfälle für das BJ 2019 in komprimierter Form dargestellt. Insgesamt wurden im BJ 2019 21.909.338 t für die Abfallschlüssel 20 03 01 01, 20 03 01 04 und 20 03 01 02 erfasst. Dies entspricht einer einwohnerspezifischen Abfallmenge von 263 kg/(E*a) für diese Abfallschlüssel. An LMA wurden im BJ 2019 unter diesen Abfallschlüsseln insgesamt 6.323.691 t erfasst. Dies entspricht einer einwohnerspezifischen Abfallmenge von 76 kg/(E*a) für diese Abfallschlüssel im BJ 2019.

Der durchschnittlich gewichtete AKO für gemischte Siedlungsabfälle beträgt 29 %. Die AKO entsprechen den in der nachfolgenden Tabelle 22 genannten Werten (Zusammensetzung in Masse-%) in gerundeter Form. Im Hausmüll liegt der AKO bei 33 %, im Bioabfall bei 36 % und im hausmüllähnlichen Gewerbeabfall annäherungsweise bei ca. 4 %. Für den Abfallschlüssel „20 03 01 00 - gemischte Siedlungsabfälle, nicht differenzierbar“ lagen zum Zeitpunkt der Untersuchung keine Informationen über die Zusammensetzung dieses Abfallstroms vor. Aus diesem Grund wurde für diesen Achsteller der durchschnittlich gewichtete LMA-Anteil von 29 % übernommen.

³⁸ Es wurden die Abfallmengen für das BJ 2019 herangezogen, da die Abfallmengen des BJ 2020 zum Zeitpunkt der Ermittlung der AKO noch nicht vorlagen.

Tabelle 22: Abfallkoeffizienten für die gemischten Siedlungsabfälle (Abfallschlüssel 20 03 01) im Berichtsjahr 2019

Abfallströme	Jahresmenge t/a	Einwohner- spezifische Jahresmenge kg/(E*a)	Zusammen- setzung (Mittelwert) Masse-%
Haushmüll (20 03 01 01) ¹	12.942.801	155,6	100,0
Organik	4.886.675	58,8	37,8
Lebensmittelabfälle	4.290.937	51,6	33
Küchenabfälle	2.196.516	26,4	17,0
Nahrungsabfälle	1.309.520	15,7	10,1
verpackte Lebensmittel (netto)	784.901	9,4	6,1
Bioabfall (20 03 01 04) ²	5.701.952	68,6	100,0
Organik	4.566.878	54,9	80,1
Lebensmittelabfälle	2.035.579	24,5	36
Küchenabfälle	1.396.957	16,8	24,5
Nahrungsabfälle	607.679	7,3	10,7
verpackte Lebensmittel (netto)	30.943	0,4	0,5
Haushüllähnlicher Gewerbeabfall (20 03 01 02) ³	3.271.000	39,3	100,0
Organik	327.100	3,9	10,0
Lebensmittelabfälle ⁴	130.840	1,6	4
gemischte Siedlungsabfälle, nicht differenzierbar (20 03 01 00) ⁵	-	-	29

1 Aus den OERE der Bundesländer BJ 2019 (StBA 2021), gerundete Werte.

2 Aus den Abfallbilanzen der Bundesländer BJ 2019, gerundete Werte.

3 Aus der Abfallbilanz des StBA BJ 2019 (StBA 2022), gerundete Werte.

4 Der AKO basiert auf einer Expertenschätzung.

5 Zum Zeitpunkt der Untersuchung lagen keine Informationen über die Zusammensetzung dieses Abfallschlüssels vor.

Quellen: Abfallbilanzen der Bundesländer 2019; StBA 2021; StBA 2022; eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

Die oben genannten AKO wurden u. a. auf Grundlage von Daten aus dem BJ 2019 errechnet. Für das BJ 2020 der EU-Berichterstattung wurden diese auf die MLMA-Datenbasis des BJ 2020, berechnet nach der in Kapitel 5 dargelegten Methodik, angewendet, um die LMA aus der gesamten Abfallmenge zu ermitteln.

6.2 Übrige Abfallschlüsse

In diesem Kapitel wird die Ermittlung und Recherche von AKO für die übrigen Abfallschlüsse aus Anhang II des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597 (außer 20 03 01 - gemischte Siedlungsabfälle) erläutert. Die AKO-Ermittlung für diese übrigen Abfallschlüsse folgt einer anderen Methodik als für den Abfallschlüssel 20 03 01. Zum Zeitpunkt der Untersuchung

verfügte das Konsortium über keine originären Abfallsortieranalysen bei diesen Abfallschlüsseln. Aus diesem Grund wurde zunächst eine fundierte Auswertungsplanung erarbeitet, anschließend eine Online-Befragung konzipiert und durchgeführt. Für die AKO-Ermittlung wurden die Abfallmengen für das BJ 2019 herangezogen, da die Abfallmengen des BJ 2020 zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorlagen. Vor Anwendung der AKO umfassen die übrigen Abfallschlüssel im BJ 2020 4.515.311 t. Dies entspricht ca. 17 % des potenziellen LMA vor Anwendung der AKO (Gesamtsumme 26.944.977 t³⁹).

6.2.1 Zielsetzung und Gegenstand

Für die in Tabelle 23 genannten 34 Abfallschlüssel aus Anhang II des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597 (außer 20 03 01 „gemischte Siedlungsabfälle“) sollten AKO zur Bestimmung der LMA-Anteile ermittelt werden.

Tabelle 23: Übersicht übrige Abfallschlüssel aus Anhang II des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597

Abfallschlüssel	Bezeichnung
02 01 02	Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei: Abfälle aus tierischem Gewebe
02 01 03	Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei: Abfälle aus pflanzlichem Gewebe
02 02 01	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs: Schlämme von Wasch- und Reinigungsvorgängen
02 02 02	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs: Abfälle aus tierischem Gewebe
02 02 03	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs: für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe
02 02 04	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs: Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung
02 02 99	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs: Abfälle anderweitig nicht genannt
02 03 01	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe- und Hefeeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: Schlämme aus Wasch-, Reinigungs-, Schäl-, Zentrifugier- und Abtrennprozessen
02 03 02	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe- und Hefeeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: Abfälle von Konservierungsstoffen
02 03 03	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe-

³⁹ Inklusive der Berücksichtigung der Eigenkompostierung bei Stufe 5 der LMK und der Modifikationen.

Abfallschlüssel	Bezeichnung
	und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: Abfälle aus der Extraktion mit Lösemitteln
02 03 04	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe- und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe
02 03 05	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe- und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung
02 03 99	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe- und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: Abfälle anderweitig nicht genannt
02 04 01	Abfälle aus der Zuckerherstellung: Rübenerde
02 04 02	Abfälle aus der Zuckerherstellung: nicht spezifikationsgerechter Calciumcarbonatschlamm
02 04 03	Abfälle aus der Zuckerherstellung: Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung
02 04 99	Abfälle aus der Zuckerherstellung: Abfälle anderweitig nicht genannt
02 05 01	Abfälle aus der Milchverarbeitung: für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe
02 05 02	Abfälle aus der Milchverarbeitung: Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung
02 05 99	Abfälle aus der Milchverarbeitung: Abfälle anderweitig nicht genannt
02 06 01	Abfälle aus der Herstellung von Back- und Süßwaren: für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe
02 06 02	Abfälle aus der Herstellung von Back- und Süßwaren: Abfälle von Konservierungsstoffen
02 06 03	Abfälle aus der Herstellung von Back- und Süßwaren: Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung
02 06 99	Abfälle aus der Herstellung von Back- und Süßwaren: Abfälle anderweitig nicht genannt
02 07 01	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao): Abfälle aus der Wäsche, Reinigung und mechanischen Zerkleinerung des Rohmaterials
02 07 02	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao): Abfälle aus der Alkoholdestillation
02 07 03	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao): Abfälle aus der chemischen Behandlung
02 07 04	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao): für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe

Abfallschlüssel	Bezeichnung
02 07 05	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao): Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung
02 07 99	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao): Abfälle anderweitig nicht genannt
16 03 06	Fehlcharge und ungebrauchte Erzeugnisse: organische Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 03 05 fallen
20 01 08	Siedlungsabfälle – getrennt gesammelte Fraktionen: biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle
20 01 25	Siedlungsabfälle – getrennt gesammelte Fraktionen: Speiseöle und -fette
20 03 02	Siedlungsabfälle – andere Siedlungsabfälle: Marktabfälle

Quelle: Eigene Darstellung, StBA

6.2.2 Methodische Vorgehensweise

Das Konsortium verfügte über keine originären Abfallsortieranalysen für die in Kapitel 6.2.1 genannten Abfälle aus dem Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597, Anhang II. Aus diesem Grund wurden zur Vorbereitung einer fundierten Auswertungsplanung im ersten Schritt die verfügbare nationale und internationale Literatur sowie aktuelle Studien zu LMA recherchiert und ausgewertet. Dazu konnte auf bestehende Daten, eigene Studien und auf einen breiten Fundus an Literatur zurückgegriffen werden. Vor diesem Hintergrund wurden die besten verfügbaren Daten zur AKO-Ermittlung, gemäß den methodischen Anforderungen aus dem Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597 der Kommission, herangezogen. Zudem wurden weitere Beiträge und Veröffentlichungen zum Thema „LMA und Abfallsortieranalysen“ in Deutschland recherchiert, die von Relevanz für das vorgesehene Vorhaben sind. Dabei wurden sämtliche Quellen und Informationen berücksichtigt, um eine möglichst belastbare Ausgangsbasis für die Erfüllung der anstehenden Berichtspflicht zu gewährleisten. Folgende Arbeitsschritte wurden auf Machbarkeit zur Ermittlung von AKO überprüft:

1. Durchführung von Verbands- oder Unternehmensbefragungen der Entsorgungswirtschaft mithilfe eines Online-Fragebogens,
2. Sichtung und Bereitstellung vorhandener AKO und Daten,
3. Aufbereitung und Aktualisierung von statistischen Bezugsgrößen auf das Jahr 2019: LM-Erzeugungsmengen aus dem Statistischen Jahrbuch für Landwirtschaft, LM-Produktionsmengen aus den Produktionsstatistiken des lebensmittelverarbeitenden Gewerbes, Verkaufsfläche des deutschen Lebensmitteleinzelhandels,
4. Zusammentragen von AKO aus der Literatur (soweit vorhanden) für die übrigen Abfallschlüssel aus dem Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597, Anhang II und
5. Abfrage der vorhandenen Ergebnisse aus den Dialogforen für die ersten Stufen 1 bis 3 der LMK (Primärerzeugung, Verarbeitung und Herstellung, Einzelhandel und andere Formen des Vertriebs von LM).

Als Ergebnis der Auswertungsplanung wurde festgestellt, dass die Arbeitsschritte 2 bis 5 bei der Ermittlung der AKO nicht einbezogen werden konnten. Insgesamt stehen zur AKO-Ermittlung für die übrigen Abfallschlüssel (jenseits der gemischten Siedlungsabfälle) lediglich wenige Informationen und Studien zur Verfügung. Diese sind allerdings nicht auf Abfallschlüssel bezogen und konnten daher nicht genutzt werden. Deshalb hat das Konsortium den

Arbeitsschritt 1 als einzige gangbare Möglichkeit zur AKO-Ermittlung für die übrigen Abfallschlüssel eingestuft.

6.2.3 Online Befragung: Vorbereitung - Prüfung der Abfallschlüssel auf mengenmäßige Relevanz

Als Vorbereitung für die Online-Befragung wurde in einem ersten Schritt geprüft, ob für die Abfallschlüssel jeweils relevante Mengen vorlagen. Dazu wurden die summierten Abfallmengen für das BJ 2019 aus AE, BS, DepBau und GV herangezogen (vgl. Erstellung der Datenbasis in Kapitel 5.1.1), da die Abfallmengen des BJ 2020 zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorlagen. Diejenigen Abfallschlüssel, deren Abfallmengen gemäß den Ergebnissen der nationalen, amtlichen Abfallstatistik, BJ 2019, jeweils unter 1.000 t lagen, wurden aus Ressourcen- und Zeitgründen nicht in den Online-Fragebogen aufgenommen. Tabelle 24 zeigt die acht Abfallschlüssel mit einem Abfallaufkommen von zusammen rund 1.065 t im BJ 2019.

Tabelle 24: Übrige Abfallschlüssel mit Abfallmengen jeweils unter 1.000 Tonnen im Berichtsjahr 2019

Abfallschlüssel	Bezeichnung
02 03 02	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe- und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: Abfälle von Konservierungsstoffen
02 03 03	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe- und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: Abfälle aus der Extraktion mit Lösemitteln
02 04 01	Abfälle aus der Zuckerherstellung: Rübenerde
02 04 02	Abfälle aus der Zuckerherstellung: nicht spezifikationsgerechter Calciumcarbonatschlamm
02 04 03	Abfälle aus der Zuckerherstellung: Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung
02 06 02	Abfälle aus der Herstellung von Back- und Süßwaren: Abfälle von Konservierungsstoffen
02 06 99	Abfälle aus der Herstellung von Back- und Süßwaren: Abfälle anderweitig nicht genannt
02 07 03	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao): Abfälle aus der chemischen Behandlung

Quelle: Eigene Darstellung, StBA

Aus Mangel an Informationen zur Zusammensetzung der Abfallmengen dieser acht Abfallschlüssel hat das Konsortium einen konservativen Ansatz gewählt und daher für diese Abfallschlüssel jeweils einen AKO von 100 % verwendet. Der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1597, Anhang II gibt an, welche Abfallschlüssel in der Regel auch LMA umfassen. Um die LMA-Mengen nicht zu unterschätzen, wurden diese Abfallschlüssel nicht aus der Berichterstattung ausgeschlossen. Daher findet tendenziell eine geringe Überschätzung der LMA-Mengen für die Abfallschlüssel in den Stufen 1 bis 4 der LMK statt.

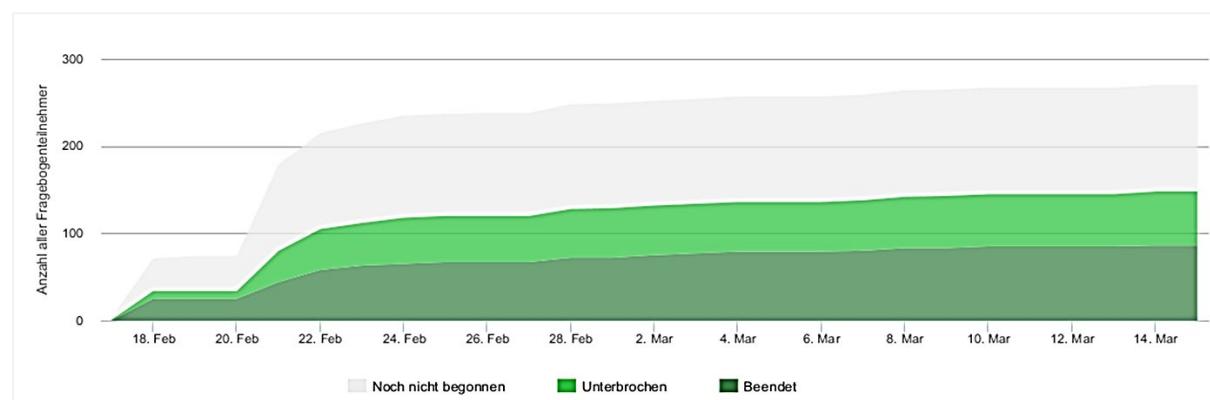
Die restlichen im Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597, Anhang II, genannten Abfallschlüssel (mit Ausnahme von 20 03 01) hat das Konsortium in einer von ihm durchgeführten Online-Befragung ohne gesetzliche Auskunftspflicht abgefragt.

6.2.4 Online-Befragung: Ablauf

Zur AKO-Ermittlung der Abfallschlüssel aus Anhang II des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597 führte das Konsortium-Mitglied USTUTT die deutschlandweit erste freiwillige Befragung der Entsorgungswirtschaft durch. Für die Befragung wurde ein Online-Fragebogen entworfen und auf der Internetseite des Anbieters „Unipark“ veröffentlicht. Die inhaltliche Gestaltung des Online-Fragebogens erfolgte in enger Absprache der Verantwortlichen seitens StBA, UBA, BMUV und USTUTT. In dem Fragebogen wurden Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen gefragt, wie hoch die Abfallmenge und der Anteil an LMA bestimmter Abfallschlüssel im BJ 2019 war. Der veröffentlichte Fragebogen ist dem vorliegenden Bericht als Anhang E beigefügt. In dem freiwilligen Online-Fragebogen wurde ebenfalls nach dem BJ 2019 gefragt, um eine konsistente Vorgehensweise zur AKO-Ermittlung beizubehalten.

USTUTT hat den Fragebogen am 18. Februar 2022 per E-Mail an insgesamt 748 Empfänger versendet. Die Frist für die Beantwortung endete am 14. März 2022. Bei den Befragten handelt es sich um Unternehmen aus der deutschen Entsorgungswirtschaft bzw. um Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen in Deutschland, zum Beispiel Müllverbrennungs-, Bioabfallvergärungs-, Kompostierungs- und mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen. Abbildung 12 stellt die Anzahl der Fragebogenteilnehmer an der Online-Befragung dar. Der Fragebogen wurde 270-mal in unterschiedlichen Internet-Browsern aufgerufen. Insgesamt wurde der Fragebogen 86-mal vollständig beendet (vgl. Tabelle 25).

Abbildung 12: Anzahl der Fragebogenteilnehmenden an der Online-Befragung der deutschen Entsorgungswirtschaft im Berichtsjahr 2019



Quelle: Kern et al. (2022)

Die Tabelle 25 zeigt die Gesamtbeteiligung an der Befragung einschließlich der per E-Mail zurückgesendeten Fragebogen. Die gesamte Rücklaufquote lag demnach bei etwa 13,5 % bzw. 101 beantworteten Fragebogen, von denen 49 (6,6 %) verwertbare Datensätze enthielten⁴⁰. Obwohl es sich um eine anonyme Umfrage handelte, wurden in 69 von 101 Rücksendungen freiwillige Angaben zu Ansprechpartnern gegeben. Im Vergleich zu vergangenen Befragungen des lebensmittelverarbeitenden Gewerbes aus Schmidt et al. (2019) ist die Rücklaufquote der hier durchgeführten Befragung etwa viermal so hoch.

⁴⁰ In den weiteren 52 Rücksendungen gaben die Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen an, keine Informationen zur Abfallzusammensetzung vorliegen zu haben.

Tabelle 25: Beteiligung an der Online-Befragung über die übrigen Abfallschlüssel im Berichtsjahr 2019

	Anzahl	Prozent
Empfänger (Mail Adressen von Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen)	748	100
Beteiligung am Online-Fragebogen	148	19,8
Online-Fragebogen beendet	86	11,5
Online-Fragebogen unterbrochen	62	8,3
Rücksendungen per Mail	15	2,0
Netto-Beteiligung (Online-Fragebogen beendet + Rücksendungen per Mail)	101	13,5
Verwertbare Angaben zu Lebensmittelabfällen (Stand 08. März 2022)	49	6,6

Quelle: Eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

6.2.5 Online-Befragung: Rückmeldungen

In Anbetracht des geringen Rücklaufs an Angaben pro Abfallschlüssel, der vorhandenen Datenlücken und des bei den Befragten lediglich vereinzelt vorliegenden Datenbestandes kann die Online-Befragung der USTUTT die Anforderungen einer repräsentativen Stichprobe nicht erfüllen. Allerdings ist es wichtig, zu beachten, dass im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erstmals die deutsche Entsorgungswirtschaft hinsichtlich ihres Lebensmittelabfallaufkommens befragt wurde. Die gewonnenen Informationen bildeten die einzige verfügbare Datenbasis zur Ermittlung der AKO in Kapitel 6.1 genannten Abfallschlüssel zwecks Erfüllung der erstmaligen LMA-Berichtspflicht, BJ 2020, gegenüber der EU-Kommission zum 30. Juni 2022. Eine Wiederholung der Befragung der Entsorgungswirtschaft könnte in den kommenden Jahren die bestehende Datenlage fortschreiben, erweitern und ggf. qualitativ verbessern.

Für insgesamt 13 Abfallschlüssel lieferte die Online-Befragung der USTUTT maximal eine Angabe. Die diesbezüglichen Ergebnisse der Online-Befragung konnten daher nicht verwertet werden. Aus Mangel an weiteren Informationen wurde auch hier ein konservativer Ansatz gewählt, um die LMA-Menge nicht zu unterschätzen. Daher wurden die AKO dieser Abfallschlüssel auf 100 % gesetzt. Dies bedeutet tendenziell eine geringe Überschätzung der LMA-Mengen für diese Abfallschlüssel (Gesamtabfallmenge vor Anwendung der AKO, BJ 2020: rund 373.411 t) in den Stufen 1 bis 4 der LMK. Tabelle 26 stellt diese 13 Abfallschlüssel dar.

Tabelle 26: Übrige Abfallschlüssel mit maximal einer Angabe in der Online-Befragung im Berichtsjahr 2019

Abfallschlüssel	Bezeichnung
02 02 01	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs: Schlämme von Wasch- und Reinigungsvorgängen
02 02 99	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs: Abfälle anderweitig nicht genannt
02 03 01	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe- und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: Schlämme aus Wasch-, Reinigungs-, Schäl-, Zentrifugier- und Abtrennprozessen
02 03 05	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe- und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung
02 03 99	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe- und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: Abfälle anderweitig nicht genannt
02 04 99	Abfälle aus der Zuckerherstellung: Abfälle anderweitig nicht genannt
02 05 99	Abfälle aus der Milchverarbeitung: Abfälle anderweitig nicht genannt
02 06 03	Abfälle aus der Herstellung von Back- und Süßwaren: Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung
02 07 01	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao): Abfälle aus der Wäsche, Reinigung und mechanischen Zerkleinerung des Rohmaterials
02 07 02	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao): Abfälle aus der Alkoholdestillation
02 07 05	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao): Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung
02 07 99	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao): Abfälle anderweitig nicht genannt
16 03 06	Fehlchargen und ungebrauchte Erzeugnisse: organische Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 03 05 fallen

Quelle: Eigene Darstellung, StBA

Für 13 weitere Abfallschlüssel lieferte die Online-Befragung von USTUTT mindestens zwei Angaben, aus denen AKO gebildet wurden. Tabelle 27 stellt diese Abfallschlüssel dar (Gesamtabfallmenge vor Anwendung der AKO, BJ 2020: rund 2.970.313 t).

Tabelle 27: Übrige Abfallschlüssel mit mindestens zwei Angaben in der Online-Befragung im Berichtsjahr 2019

Abfallschlüssel	Bezeichnung
02 01 02	Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei: Abfälle aus tierischem Gewebe
02 01 03	Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei: Abfälle aus pflanzlichem Gewebe
02 02 02	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs: Abfälle aus tierischem Gewebe
02 02 03	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs: für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe
02 02 04	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs: Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung
02 03 04	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe- und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe
02 05 01	Abfälle aus der Milchverarbeitung: für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe
02 05 02	Abfälle aus der Milchverarbeitung: Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung
02 06 01	Abfälle aus der Herstellung von Back- und Süßwaren: für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe
02 07 04	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao): für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe
20 01 08	Siedlungsabfälle – getrennt gesammelte Fraktionen: biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle
20 01 25	Siedlungsabfälle – getrennt gesammelte Fraktionen: Speiseöle und -fette
20 03 02	Siedlungsabfälle – andere Siedlungsabfälle: Marktabfälle

Quelle: Eigene Darstellung, StBA

6.2.6 Bildung von Abfallkoeffizienten: Methodik

USTUTT hat die Ergebnisse der Online-Befragung ausgewertet und zunächst durchschnittliche AKO für die relevanten 13 Abfallschlüssel (siehe 6.2.5) gebildet. Im Rahmen einer Plausibilitätsprüfung wurden die AKO aus der Online-Befragung nochmals auf Stabilität und Volatilität überprüft. Es kann angenommen werden, dass die Angaben aus der Online-Befragung, bedingt durch die Bestimmungsmethode, erheblichen Schwankungen unterliegen. Um diese Unsicherheiten zu berücksichtigen, hat USTUTT für die Schätzwerte aus der Online-Befragung Konfidenzintervalle berechnet und als Abschätzung der AKO die oberen Grenzen der Konfidenzintervalle verwendet. Entsprechend hat das Konsortium unter der Annahme einer Binomialverteilung die Obergrenze (vgl. Tabelle 28) des 95 %igen Clopper-Pearson-Konfidenzintervalls (CPKI) ($\alpha=5\%$) als AKO für die Berichterstattung herangezogen. Die Verwendung der oberen Konfidenzgrenzen reduziert eine Unterschätzung der LMA mit relativ

großer Wahrscheinlichkeit auf ein Minimum. Auf Grundlage dieser Berechnungsmethodik erfolgte die Berichterstattung an die EU-Kommission am 30. Juni 2022 berichtet.

Die der Berichterstattung zeitlich nachgelagerte Optimierung der Prozesse und Datenqualität führte unter anderem zu dem Ergebnis, dass die CPKI zur Anteilsschätzung zwar auf Ebene der Abfallentsorgungsanlagen gebildet werden können. Allerdings ist das ursprünglich vom Konsortium verwendete CPKI methodisch nicht für eine Zusammenführung der Ergebnisse der Abfallentsorgungsanlagen geeignet. Demnach ist die Annahme der Binomialverteilung nicht kompatibel mit der zuvor vorgenommenen AKO-Berechnung. Aus diesem Grund wurden die AKO im Projektverlauf neu berechnet und korrigiert.

Unter der Annahme einer Normalverteilung der AKO für unterschiedliche Größen der Abfallentsorgungsanlagen wurden für die AKO die Intervallgrenzen der studentschen t-Verteilung anstelle vom CPKI berechnet. Um sicherzustellen, dass die Abschätzung des LMA-Anteils dabei nicht unterschätzt wird, wurde vom Konsortium auch für diese Methode die obere Grenze des 95 %-Konfidenzintervalls der t-Verteilung ($\alpha=5\%$) verwendet. Es gilt zu beachten, dass die Verteilungsannahme mit den verfügbaren Daten nicht abschließend verifiziert oder falsifiziert werden kann.

Aufgrund der geringen Antwortraten hat das Konsortium die über die Obergrenze der Konfidenzintervalle der t-Verteilung ermittelten AKO durch eine Gutachterliche Einschätzung ergänzt. Unter Berücksichtigung aller Informationen und vorliegenden Daten aus der Online-Befragung wird damit laut Konsortium die bestmögliche Annäherung an die tatsächlichen Werte erreicht.

Zur Berechnung der Obergrenzen der Konfidenzintervalle der t-Verteilung wurden folgende Annahmen getroffen:

- ▶ Es darf eine Normalverteilung zur Berechnung der AKO angenommen werden.
- ▶ Eine Berechnung der t-verteilten Konfidenzintervalle ist auch für eine geringe Anzahl an Angaben zulässig ($n \geq 5$).

Für Abfallschlüssel mit weniger als fünf Angaben aus der Online-Befragung der USTUTT hat das Konsortium die berechneten Obergrenzen der t-verteilten Konfidenzintervalle kritisch betrachtet und durch Gutachterliche Einschätzungen der Materialien geprüft bzw. ggf. ersetzt (bei zu großen Streuung der Anlagenmengen, die zu großen Verzerrungen führen können). Für jeden betrachteten Abfallschlüssel erfolgte eine Plausibilitätsprüfung unter Berücksichtigung aller zur Verfügung stehenden Informationen, d. h. Angaben aus der Online-Befragung, stoffliche Eigenschaften der Abfälle, Materialien in den jeweiligen Abfallschlüsseln (sofern bekannt). Somit war für die Ermittlung der AKO eine einheitliche konsistente Vorgehensweise aus der Fragebogenauswertung und Gutachterlichen Einschätzungen gegeben.

Die nach dieser Methode ermittelten AKO sind nachfolgend für die 13 relevanten Abfallschlüssel (siehe Tabelle 27) aus Kapitel 6.2.5 einzeln begründet (Gesamtabfallmenge vor Anwendung der AKO, BJ 2020: rund 2.970.313 t).

6.2.7 Bildung von Abfallkoeffizienten: Ergebnisse

Die einzelnen Begründungen für die 13 relevanten Abfallschlüssel werden im folgenden Kapitel dargestellt.

Gutachterliche Einschätzungen

- „02 01 02 - Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei: Abfälle aus tierischem Gewebe“

Für den Abfallschlüssel 02 01 02 (Landwirtschaft: Abfälle aus tierischem Gewebe) gehen die beiden Angaben der befragten Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen gegen Null. Bei diesen beiden Angaben handelt es sich derzeit um die beste verfügbare Datenlage. Basierend auf den Einschätzungen der Befragten kann davon ausgegangen werden, dass der Anteil an LMA im Abfallschlüssel 02 01 02 gegen Null geht.

Auf Nachfrage bei den beiden Befragten wurde dem Konsortium mitgeteilt, dass die Abfälle in diesem Abfallschlüssel aus Pferdemist (Ansprechpartner 1) und Eichenprozessionsspinnern (Ansprechpartner 2) bestehen. Diese Angaben bestätigen die Einschätzung, dass es sich bei den Abfällen unter diesem Abfallschlüssel größtenteils nicht um LMA handelt. Vor diesem Hintergrund kann aus Sicht des Konsortiums ein AKO mit 0 % als plausibel bzw. als die zurzeit bestmögliche Annäherung betrachtet werden.

- „02 01 03 - Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei: Abfälle aus pflanzlichem Gewebe“

Für den Abfallschlüssel 02 01 03 (Landwirtschaft: Abfälle aus pflanzlichem Gewebe) liegt die obere Grenze des 95 %-Konfidenzintervalls der t-Verteilung bei 32,6 % (n=13). Für den Abfallschlüssel 02 01 03 sollte aus Sicht des Konsortiums eine möglichst konservative Annahme getroffen und der AKO mit 33 % angenommen werden, was der oberen Grenze des 95 %-Konfidenzintervalls entspricht.

In der Liste zur Konkretisierung etwaiger Materialien, die als Abfall- und Reststoffe auf die Treibhausgasquote gemäß § 37 a Abs. 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) anrechenbar sein können, findet sich eine Konkretisierung des Materials in diesem Abfallschlüssel (BLE 2015). Diese Liste wurde am 02.01.2015 von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) erstellt und ist online verfügbar.

Demnach sind im Abfallschlüssel 02 01 03 u. a. folgende Materialien enthalten:

- Hanf- und Flachsschäben,
- Kokosfasern,
- Pflanzliche Abfälle aus dem Gartenbau,
- Pflanzliche Abfälle aus der Gewässerunterhaltung,
- Pflanzliche Abfälle aus der Landwirtschaft,
- Pflanzliche Abfälle aus der Teichwirtschaft und Fischerei,
- Pflanzliche Abfälle aus der biologischen Abluftreinigung,
- Reet und
- Spelze, Spelzen- und Getreidestaub.

Bei einem Großteil der aufgeführten Materialien handelt es sich nicht explizit um LMA, weshalb aus Sicht des Konsortiums ein AKO mit 33 % als eine plausible Annäherung betrachtet werden kann.

- „02 02 02 - Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs: Abfälle aus tierischem Gewebe“

Für den Abfallschlüssel 02 02 02 (Fleischverarbeitung: Abfälle aus tierischem Gewebe) gehen die beiden Angaben der befragten Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen aus der Online Befragung der USTUTT gegen Null. Bei diesen beiden Angaben handelt es sich derzeit um die einzige verfügbaren Daten zum LMA-Anteil dieses Abfallschlüssels. Basierend auf den Einschätzungen der Befragten kann davon ausgegangen werden, dass der LMA-Anteil im Abfallschlüssel 02 02 02 gegen Null geht.

Auf Nachfrage bei den beiden Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen wurde dem Konsortium mitgeteilt, dass die Abfälle in diesem Abfallschlüssel aus dem Fell von Tieren (Ansprechpartner 1) und Eiweißhydrolysaten bestehen (Ansprechpartner 2). Diese Angaben bestätigen die Einschätzung, dass es sich bei den Abfällen unter diesem Abfallschlüssel größtenteils nicht um LMA handelt. Vor diesem Hintergrund kann aus Sicht des Konsortiums ein AKO mit 0 % als plausibel bzw. als die zurzeit bestmögliche Annäherung betrachtet werden.

- „02 02 03 - Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs: Für Verzehr ungeeignete Stoffe“

Für den Abfallschlüssel 02 02 03 (Fleischverarbeitung: Für Verzehr ungeeignete Stoffe) liegt die obere Grenze des 95 %-Konfidenzintervalls der t-Verteilung bei 43 % (n=6). Für den Abfallschlüssel 02 02 03 sollte deshalb eine möglichst konservative Annahme getroffen und der AKO mit 43 % angenommen werden, was der oberen Grenze des 95 %-Konfidenzintervalls entspricht.

Weitere Informationen zur Zusammensetzung der Abfälle in diesem Abfallschlüssel und zu den darin enthaltenen Materialien liegen aktuell nicht vor. Vor diesem Hintergrund kann aus Sicht des Konsortiums ein AKO mit 43 % als plausibel bzw. als die zurzeit bestmögliche Annäherung betrachtet werden.

- „02 02 04 - Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs: Schlämme (betriebseigene Abwasserbehandlung)“

Für den Abfallschlüssel 02 02 04 (Fleischverarbeitung: Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung) wurden in der Online Befragung der USTUTT sechs Angaben getätigt. Die obere Grenze des 95 %-Konfidenzintervalls liegt bei 16 % (n=6). Es ist möglich, dass die befragten Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen diesen Abfallstrom teilweise nicht als LMA definierten, da der Abfallschlüssel die Bezeichnung "Schlämme" trägt. In Ermangelung rechtlicher Definitionen zur Definition von LMA in Schlämmen besteht an dieser Stelle ein Interpretationsspielraum. Es besteht also die Möglichkeit, dass die Angaben aus den Fragebogen aufgrund nicht einheitlicher Definitionen sowie der geringen Rücklaufquote ein stark verzerrtes Bild abgeben.

In Anbetracht der verfügbaren Daten empfiehlt das Konsortium den AKO möglichst konservativ abzuschätzen. Aus der Online Befragung der USTUTT ging hervor, dass Schlämme bis zu 54 % LMA enthalten können. Bei dem Betreiber einer Abfallentsorgungsanlage, der diese Angabe tätigte, hat die USTUTT am 30. November 2022 die Belastbarkeit dieses Wertes telefonisch erfragt und durch diesen bestätigt. Aufgrund der zugrundeliegenden Unsicherheiten und in

Ermangelung weiterer Informationen zu diesem Abfallschlüssel empfiehlt das Konsortium, eine möglichst konservative Annahme zu treffen und einen AKO von 54 % zu verwenden.

- „02 03 04 - Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: Für Verzehr ungeeignete Stoffe“

Für den Abfallschlüssel 02 03 04 (Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse: Für Verzehr ungeeignete Stoffe) liegt die obere Grenze des 95 %-Konfidenzintervalls der t-Verteilung bei 71,3 % (n=15). Für den Abfallschlüssel 02 03 04 sollte eine möglichst konservative Annahme getroffen und der AKO mit 71 % angenommen werden, was der oberen Grenze des 95 %-Konfidenzintervalls entspricht.

Weitere Informationen zur Zusammensetzung der Abfälle in diesem Abfallschlüssel und zu den darin enthaltenen Materialien liegen aktuell nicht vor. Vor diesem Hintergrund kann aus Sicht des Konsortiums ein AKO mit 71 % als plausibel bzw. als die zurzeit bestmögliche Annäherung betrachtet werden.

- „02 05 01 - Abfälle aus der Milchverarbeitung: Für Verzehr ungeeignete Stoffe“

Für den Abfallschlüssel 02 05 01 (Milchverarbeitung: Für Verzehr ungeeignete Stoffe) liegen die beiden Angaben der befragten Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen bei etwa 12 % und 3 %. Es ist möglich, dass die Befragten diesen Abfallstrom nicht als LMA einschätzten, da der Abfallschlüssel die Bezeichnung "Für Verzehr ungeeignete Stoffe" trägt. An dieser Stelle besteht die Möglichkeit, dass die rechtliche Definition von LMA in der Befragung nicht konsistent durch die Befragten angewendet wurde.

Während der Milchherstellung können nach Einschätzung des Konsortiums durchaus LMA entstehen, die als für den Verzehr ungeeignete Stoffe deklariert werden. Für den Abfallschlüssel 02 05 01 sollte deshalb eine möglichst konservative Annahme getroffen werden. Unter Berücksichtigung der stofflichen Eigenschaft dieses Abfalls (Milch) und dessen Deklarierung („Für Verzehr ungeeignet“) kann eine konservative Annahme wie bei einem vergleichbar deklarierten Abfallschlüssel herangezogen werden, z. B. Abfallschlüssel 02 03 04 (Obst: Für Verzehr ungeeignete Stoffe). Eine möglichst konservative Annahme würde bedeuten, dass der AKO vom Abfallschlüssel 02 05 01 mit 71 % angenommen wird.

In der Liste zur Konkretisierung etwaiger Materialien, die als Abfall- und Reststoffe auf die Treibhausgasquote gemäß § 37 a Abs. 4 des BImSchG anrechenbar sein können, findet sich eine Konkretisierung des Materials in diesem Abfallschlüssel (BLE 2015).

Demnach sind im Abfallschlüssel 02 05 01 u. a. folgende Materialien enthalten:

- Molke.

Informationen über weitere Materialien in diesem Abfallschlüssel liegen nicht vor. Auf Basis dieser Datenlage kann davon ausgegangen werden, dass die Abfälle im Abfallschlüssel 02 05 01 überwiegend aus Molke bestehen und es sich damit um LMA handelt. Vor diesem Hintergrund kann aus Sicht des Konsortiums ein AKO mit 100 % als eine plausible Annäherung betrachtet werden.

► „02 05 02 - Abfälle aus der Milchverarbeitung: Schlämme (betriebseigene Abwasserbehandlung)“

Für den Abfallschlüssel 02 05 02 (Milchverarbeitung: Schlämme) liegen die beiden Angaben der befragten Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen bei 0 % und 0,7 %. Es ist allerdings möglich, dass die Befragten diesen Abfallstrom teilweise nicht als LMA definierten, da der Abfallschlüssel die Bezeichnung "Schlämme" trägt. In Ermangelung rechtlicher Definitionen zur Definition von LMA in Schlämmen besteht an dieser Stelle ein Interpretationsspielraum. Es besteht also die Möglichkeit, dass die Angaben aus den Fragebogen aufgrund nicht einheitlicher Definitionen sowie der geringen Rücklaufquote ein stark verzerrtes Bild abgeben.

In Anbetracht der verfügbaren Daten wird empfohlen, den AKO möglichst konservativ abzuschätzen. Aus der Online Befragung der USTUTT ging hervor, dass Schlämme bis zu 54 % an LMA enthalten können (vgl. Abfallschlüssel 02 02 04). Bei dem Befragten, der diese Angabe tätigte, wurde am 30. November 2022 die Belastbarkeit dieses Wertes telefonisch erfragt und von diesem bestätigt. Unter Berücksichtigung der stofflichen Eigenschaft dieses Abfalls (Milch) und dessen Deklarierung („Schlämme“) kann eine konservative Annahme wie bei einem vergleichbar deklarierten Abfallschlüssel herangezogen werden, z. B. Abfallschlüssel 02 02 04 (Fleisch: Schlämme). Aufgrund der zugrundeliegenden Unsicherheiten und in Ermangelung weiterer Informationen zu diesem Abfallschlüssel wird deshalb vom Konsortium empfohlen, eine möglichst konservative Annahme zu treffen und einen AKO von 54 % zu verwenden.

► „02 06 01 - Abfälle aus der Herstellung von Back- und Süßwaren: Für Verzehr ungeeignete Stoffe“

Für den Abfallschlüssel 02 06 01 (Verarbeitung von Back-, Süßwaren: Für Verzehr ungeeignete Stoffe) liegt die obere Grenze des Konfidenzintervalls der t-Verteilung bei über 100 % (n=6). Für den Abfallschlüssel 02 06 01 sollte eine möglichst konservative Annahme getroffen werden und der AKO mit 100 % angenommen werden, was der oberen Grenze des 95 %- Konfidenzintervalls entspricht.

In der Liste zur Konkretisierung etwaiger Materialien, die als Abfall- und Reststoffe auf die Treibhausgasquote gemäß § 37 a Abs. 4 des BImSchG anrechenbar sein können, findet sich eine Konkretisierung des Materials in diesem Abfallschlüssel (BLE 2015).

Demnach sind im Abfallschlüssel 02 06 01 u. a. folgende Materialien enthalten:

- Altmehl,
- Fermentationsrückstände aus der Enzymproduktion,
- Hefe und hefeähnliche Rückstände und
- Teigabfälle.

Bei einem Großteil der aufgeführten Materialien handelt es sich um LMA, weshalb aus Sicht des Konsortiums ein konservativer AKO mit 100 % als eine plausible Annäherung betrachtet werden kann.

► „02 07 04 - Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao): Für Verzehr ungeeignete Stoffe“

Für den Abfallschlüssel 02 07 04 (Getränkeverarbeitung: Für Verzehr ungeeignete Stoffe) gehen die Angaben der befragten Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen gegen Null (0 %, 0,62 % und 1 %). Es ist allerdings möglich, dass die Befragten flüssige LMA (Getränke) nicht als

LM definierten, da der Abfallschlüssel die Bezeichnung "Für Verzehr ungeeignete Stoffe" trägt. An dieser Stelle besteht die Möglichkeit, dass die rechtliche Definition von LMA in der Befragung nicht konsistent durch die Befragten angewendet wurde.

Während der Getränkeherstellung können nach Einschätzung des Konsortiums durchaus LMA entstehen, die als für den Verzehr ungeeignete Stoffe deklariert werden. Für den Abfallschlüssel 02 07 04 sollte deshalb eine möglichst konservative Annahme getroffen werden. Unter Berücksichtigung der stofflichen Eigenschaft dieses Abfalls (Getränke) und dessen Deklarierung („Für Verzehr ungeeignet“) kann eine konservative Annahme wie bei einem vergleichbar deklarierten Abfallschlüssel herangezogen werden, z. B. Abfallschlüssel 02 03 04 (Obst: Für Verzehr ungeeignete Stoffe). Eine möglichst konservative Annahme würde bedeuten, dass der AKO vom Abfallschlüssel 02 07 04 mit 71 % angenommen wird.

Weitere Informationen zur Zusammensetzung der Abfälle in diesem Abfallschlüssel und zu den darin enthaltenen Materialien liegen aktuell nicht vor. Vor diesem Hintergrund kann aus Sicht des Konsortiums ein AKO mit 71 % als plausibel bzw. als die zurzeit bestmögliche Annäherung betrachtet werden.

- „20 01 08 - Siedlungsabfälle – getrennt gesammelte Fraktionen: biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle“

Für den Abfallschlüssel 20 01 08 (biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle) liegt die obere Intervallgrenze des 95 %-Konfidenzintervalls der t-Verteilung ($n=8$) über 100 %. Aufgrund der zugrundeliegenden Unsicherheiten sollte für den Abfallschlüssel 20 01 08 eine möglichst konservative Annahme getroffen werden und der AKO mit 100 % angenommen werden, was der oberen Grenze des 95 %-Konfidenzintervalls entspricht. In Deutschland besteht eine gesetzliche Verpflichtung zur getrennten Sammlung von Küchen- und Kantinenabfällen. Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass in Küchen- und Kantinenabfällen größtenteils LMA enthalten sind. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit von Fehlwürfen. Allerdings ist davon auszugehen, dass sich diese in einem kleinen einstelligen Prozentbereich bewegen. Vor diesem Hintergrund ist aus Sicht des Konsortiums ein AKO von 100 % die konservativste Annahme, die getroffen werden kann.

- „20 01 25 - Siedlungsabfälle – getrennt gesammelte Fraktionen: Speiseöle und -fette“

Für den Abfallschlüssel 20 01 25 (Speiseöle und -fette) liegen die beiden Angaben der befragten Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen mit 0,1 % und 100 % sehr weit auseinander. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die beiden Befragten in diesem Fall eine unterschiedliche Einordnung bzw. Definition von LMA zugrunde legten. An dieser Stelle besteht die Möglichkeit, dass die rechtliche Definition von LMA in der Befragung nicht konsistent durch die Befragten angewendet wurde.

Es ist also möglich, dass ein Befragter Speiseöle (Frittierfett) als Betriebsmittel und nicht als LM definierte. Unter der Annahme, dass es sich bei Speiseölen und -fetten definitionsgemäß um LM und nicht um Betriebsmittel handelt, kann also davon ausgegangen werden, dass die getrennte Sammlung von Speiseölen und -fetten für die Abfallverwertung fast zu 100 % aus LMA besteht. Für den Abfallschlüssel 20 01 25 kann der AKO mit 100 % angenommen werden.

Weitere Informationen zur Zusammensetzung der Abfälle in diesem Abfallschlüssel und zu den darin enthaltenen Materialien liegen aktuell nicht vor. Vor diesem Hintergrund kann aus Sicht des Konsortiums ein AKO mit 100 % als plausibel bzw. als die zurzeit bestmögliche Annäherung betrachtet werden.

► „20 03 02 – Siedlungsabfälle – andere Siedlungsabfälle: Markt abfälle“

Für den Abfallschlüssel 20 03 02 (Markt abfälle) liegt die obere Intervallgrenze des 95 %-Konfidenzintervalls der t-Verteilung ($n=5$) über 100 %. Für den Abfallschlüssel 20 03 02 kann deshalb die konservative Annahme getroffen werden, dass der AKO bei maximal 100 % liegt.

Weitere Informationen zur Zusammensetzung der Abfälle in diesem Abfallschlüssel und zu den darin enthaltenen Materialien liegen aktuell nicht vor. Vor diesem Hintergrund kann aus Sicht des Konsortiums ein AKO mit 100 % als plausibel bzw. als die zurzeit bestmögliche Annäherung betrachtet werden.

6.2.8 Einordnung der vorliegenden Datenqualität und Empfehlungen zur Schließung von Datenlücken

Es gilt zu beachten, dass die freiwillige Online-Befragung der USTUTT bzw. des Konsortiums eine orientierende Einschätzung liefert, die methodenbedingt Verzerrungen enthalten kann und aufgrund der geringen Anzahl an Rückmeldungen aus statistischer Sicht nicht belastbar ist. Es kann also nicht von einer repräsentativen Erhebung ausgegangen werden. Des Weiteren basieren die Angaben der Befragten größtenteils auf Schätzungen und nicht auf physischen Messungen. Zudem ist der Einfluss von Antwortverweigerern nicht bekannt. Darüber hinaus reicht der Stichprobenumfang für eine qualitativ hochwertige Anteilsschätzung (AKO) nicht aus. Trotz dessen bildeten die vom Konsortium gewonnenen Informationen die einzige verfügbare Datenbasis in Bezug auf die Ermittlung von AKO für die in Kapitel 6.1 genannten Abfallschlüssele und damit für die termingerechte Erfüllung der erstmaligen LMA-Berichtspflicht, BJ 2020, bis spätestens 30. Juni 2022 gegenüber der EU-Kommission.

Die Gutachterliche Einschätzung erfolgte auf Basis der fachlichen Expertise des Konsortiums unter Berücksichtigung der Angaben aus der freiwilligen Online Befragung von USTUTT, der stofflichen Eigenschaften der Abfälle sowie der Materialien, die in den Abfallschlüssen enthalten sind. Zudem wurden, wenn möglich, Rückfragen zu den Angaben aus der Online-Befragung gestellt. Die AKO sind als eine plausible Annäherung an die tatsächlichen Werte zu verstehen, wobei in keinem Fall abschließend geklärt werden kann, wie belastbar die Datenlage jeweils ist.

Zum jetzigen Zeitpunkt hat das Konsortium sämtliche Daten gesichtet und alle verfügbaren Informationen ausgewertet. Mit dem vorhandenen Zeitrahmen und Budget für die aktuell vorliegende Untersuchung waren aus Sicht des Konsortiums weitergehende Analysen nicht möglich.

6.2.9 Ergebnis der Abfallkoeffizienten für die übrigen Abfallschlüssele

Zusammenfassend werden in der Tabelle 28 die Ergebnisse des Kapitels dargestellt. Dabei liefert die Tabelle 28 einen Vergleich zwischen den zunächst berechneten AKO auf Basis des CPKI und den im Kontext der nachgelagerten Optimierung aus methodischen Gründen revidierten AKO auf Basis der Gutachterlichen Einschätzungen (ergänzend zur t-Verteilung). Wie in Kapitel 6.2.6 beschrieben, wurden die in Tabelle 28 aufgeführten AKO unter Verwendung der oberen Grenze des 95 %-Konfidenzintervalls gebildet.

Tabelle 28: Vergleich der Abfallkoeffizienten auf Basis des Clopper-Pearson-Konfidenzintervalls ($\alpha=5\%$) sowie Gutachterliche Einschätzung

Abfallschlüssel	Anzahl der Angaben (n) aus der Online-Befragung von USTUTT	Ursprünglicher Abfallkoeffizient auf Basis des Clopper-Pearson Konfidenzintervalls in %	Modifizierter Abfallkoeffizient auf Basis der Gutachterlichen Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung) in %
02 01 02	2	0	0
02 01 03	13	42	33
02 02 02	2	0	0
02 02 03	6	64	43
02 02 04	6	52	54
02 03 04	15	65	71
02 05 01	2	89	100
02 05 02	2	84	54
02 06 01	6	94	100
02 07 04	3	71	71
20 01 08	8	97	100
20 01 25	2	97	100
20 03 02	5	87	100

Quelle: Eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

Die anhand der modifizierten AKO (siehe rechte Spalte von Tabelle 28) neu berechneten LMA (auf Basis der Gutachterlichen Einschätzungen (ergänzend zur t-Verteilung)) reduzieren sich im Vergleich zu den ursprünglich berechneten LMA (auf Basis des CPKI) um ca. 3.435 t. Das bedeutet, dass sich die Gesamtmenge von LMA in Deutschland (ca. 10,9 Mio. t) durch diese Modifikation um etwa -0,03 % – gegenüber der Datenmeldung am 30. Juni 2022 an Eurostat – ändert.

7 Eigenkompostierung auf Stufe 5 der Lebensmittelkette

7.1 Datenerhebung und Datengrundlage

Das vorliegende Kapitel gibt eine Abschätzung des Konsortiums der über die Eigenkompostierung (EK) verwerteten LMA der privaten Haushalte (Stufe 5 der LMK). Aufgrund einer lediglich bedingt belastbaren Datenlage kann diese nur als grobe Schätzung erfolgen.

Für den Beitrag der EK lagen zum Zeitpunkt der Berichterstattung keine Daten aus amtlichen Statistiken vor. Derzeit läuft ein Forschungsvorhaben für das UBA⁴¹, in dem die EK-Menge über eine repräsentative Erhebung bestimmt werden soll. Aufgrund des engen zeitlichen Rahmens hinsichtlich der Datenübermittlung von LMA, BJ 2020, zum 30. Juni 2022 und des zum Zeitpunkt der Berichterstattung, BJ 2020, noch nicht abgeschlossenen UBA-Forschungsvorhaben, konnten aus dem UBA-Forschungsvorhaben nachstehend keine Erkenntnisse einfließen.

Zur Abschätzung der über die EK verwerteten LMA hat das Konsortium methodisch auf zwei vorliegende externe Studien zurückgegriffen, die Angaben zur EK enthalten.

Einerseits ist dies eine Studie der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK SE) zum LMA-Aufkommen aus privaten Haushalten. Erstmals erstellt wurde die Untersuchung für den Zeitraum der Datenerhebung Juli 2016 bis Juni 2017 (Hübsch 2021). Eine Aktualisierung erfolgte für den Bezugszeitraum 2020. Die aktualisierte Studie wurde nachstehend herangezogen.

Die GfK SE-Studie wurde als Tagebuchstudie privater Haushalte konzipiert. Diese wurden als repräsentative Stichprobe ausgewählt. Die Gesamtuntersuchungsdauer umfasste zwölf Monate. Dazu sollten die an der Studie teilnehmenden Probanden für jeweils 14 Tage die in ihrem Haushalt anfallenden LMA protokollieren.

Mit Hilfe der Einkaufsmengen aus dem GfK SE-Haushaltspanel wurde eine Validierung der über die Auswertung der Tagebücher erhaltenen LMA-Mengen durchgeführt.

Ergänzend zur GfK SE-Studie hat das Konsortium zur Abschätzung der eigenkompostierten LMA-Mengen die durch das TI veröffentlichte Studie mit der Kurzbeschreibung „Baseline 2015“ (Schmidt et al. 2019) hinzugezogen.

7.2 Methodisches Vorgehen

Die Ergebnisse beider Studien wurden in Kombination hinsichtlich der LMA-Menge aus privaten Haushalten ausgewertet. Eigene Erhebungen bzw. Berechnungen seitens des Konsortiums erfolgten nicht.

7.3 Darstellung und Bewertung der Ergebnisse

In der GfK SE-Studie wird, basierend auf den Ergebnissen der Tagebücher und anschließender Hochrechnung auf 40,8 Mio. Privathaushalte, ein jährliches LMA-Aufkommen von 3,9 Mio. t berechnet. Nach Berücksichtigung des Coveragefaktors⁴² aus dem Abgleich mit den Daten des GfK SE-Einkaufspanels beträgt die Menge an LMA in privaten Haushalten 4,6 Mio. t, was einer durchschnittlichen LMA-Menge in Privathaushalten in Deutschland von ca. 56 kg/(E*a) entspricht.

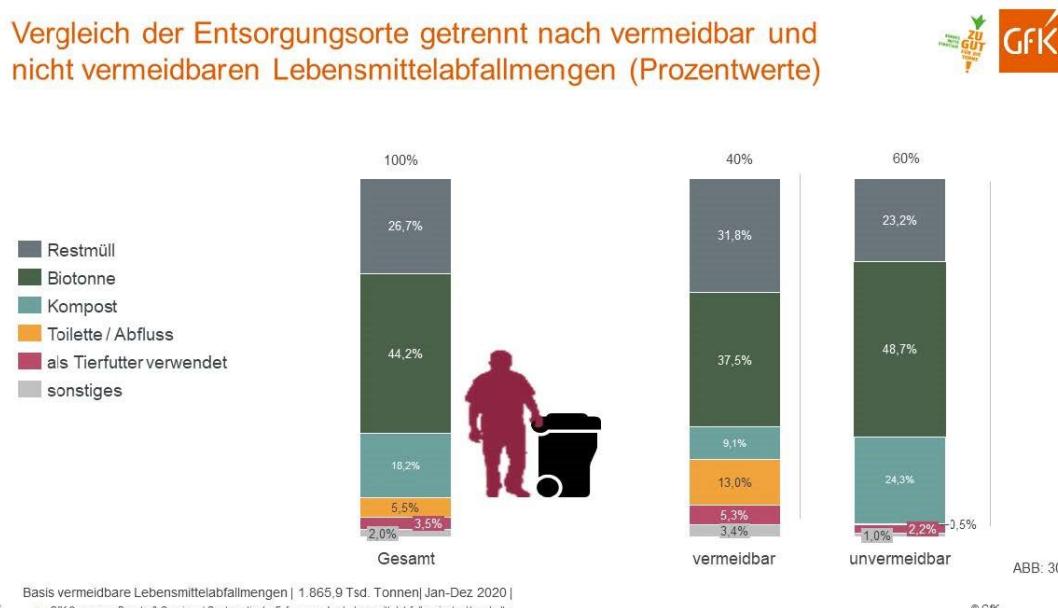
⁴¹ ARGUS GmbH, WI GmbH, INFA GmbH: ReFoPlan 2021 „Ermittlung einer Datengrundlage zur Berechnung des Einflusses der Heimkompostierung auf die Bioabfallverwertung“. FKZ 3721 33 302 0. In Bearbeitung.

⁴² Für eine nähere Erläuterung und Auflistung der Coverage-Faktoren siehe Hübsch (2021).

Die Tagebuchstudie der GfK SE bietet den methodischen Vorteil, dass nicht nur das Aufkommen, sondern auch die Entsorgungswege von LMA der Privathaushalte erfasst wurden. Gerade über die Abwasserentsorgung bzw. als Tierfutter verwendete, aber auch die eigenverwerteten Mengen wurden ergänzend erfasst. Das Ergebnis der Tagebuchstudie ist in Abbildung 13, die der GfK SE-Studie entnommen wurde, dargestellt. Relevant für die hier bearbeitete Studie ist die Verteilung hinsichtlich des Gesamtaufkommens.

Aufgrund der Durchführung der GfK SE-Studie als Tagebuchstudie ist jedoch davon auszugehen, dass der tatsächliche Wert unterschätzt wird, da in der Regel allein das Wissen um eine Teilnahme an der Studie bei den Proband*innen zu einem gesellschaftlich erwünschten Verhalten (hier: weniger LMA) führt (Schmidt et al. 2017).

Abbildung 13: Entsorgungswege von Lebensmittelabfällen in privaten Haushalten



Quelle: Hübsch (2021)

Demnach wurden 18,2 % der LMA über die EK verwertet (Bezeichnung „Kompost“). Im Weiteren wird mit diesem Prozentwert gerechnet.

Gemäß der GfK SE-Studie mit dem Berichtszeitraum 2020 (Hübsch 2021) können die über die EK verwerteten LMA auf ca. 0,837 Mio. t/a abgeschätzt werden (entsprechend 10,1 kg/(E*a)). In der Baseline 2015 werden ca. 1,117 Mio. t/a verwertete LMA aufgeführt (entsprechend 13,6 kg/(E*a)).

Zur Einschätzung der Plausibilität liefert die 2015 durch das UBA veröffentlichte Studie „Verpflichtende Umsetzung der Getrenntsammlung von Bioabfällen“ (Krause et al. 2015), ergänzende Informationen. Dort wird die Menge der über die EK verwerteten Küchenabfälle mit 13,6 kg/(E*a) angegeben. Die Fraktion der Küchenabfälle wird abgegrenzt zu den Gartenabfällen und entspricht damit weitestgehend den LMA. Vor diesem Hintergrund wird die Angabe aus der Baseline 2015 als plausiblere Zahl erachtet, da dieser Wert (13,6 kg/(E*a)) dem Wert der ermittelten Zahl (13,6 kg/(E*a)) aus der Studie „Verpflichtende Umsetzung der Getrenntsammlung von Bioabfällen“ (Krause et al. 2015) näher kommt. Dafür spricht zusätzlich, dass bei Tagebuchstudien (etwa der GfK SE-Studie) davon ausgegangen werden kann, dass die

Studienteilnehmenden anfallende bzw. entsorgte Mengen tendenziell eher zu gering einschätzen.

Gemäß der Baseline-Studie (Schmidt et al. 2019) entstanden in privaten Haushalten ca. 6,14 Mio. t LMA (Bezugsjahr 2015), wovon etwa 5,05 Mio. t über kommunale Abfallsammelsysteme erfasst wurden. Die über die Kanalisation entsorgten LMA waren in dieser Menge nicht enthalten.

Bezogen auf eine Bevölkerungszahl zum 31. Dezember 2015 in Deutschland von ca. 82,2 Mio. Einwohnern entsprach dies einem LMA-Gesamtaufkommen in privaten Haushalten von ca. 74,7 kg/(E*a). Unter Anwendung der prozentualen Verteilung hinsichtlich des Entsorgungswegs gemäß GfK SE-Studie wären davon ca. 18,2 % der EK zuzuordnen, entsprechend also ca. 13,6 kg/(E*a).

Dementsprechend wurde, als Auswertung beider Studien, die über die EK verwerteten LMA in einer Größenordnung zwischen 0,837 Mio. t/a und 1,117 Mio. t/a abgeschätzt (Tabelle 29).

Auf die AKO-Bildung für die EK hat das Konsortium an dieser Stelle verzichtet, da das für die privaten Haushalte selbst verwertete Gesamtaufkommen an Organik und den darin enthaltenen LMA spezifische Angaben erforderlich wären. Hierzu wird auf die Ergebnisse des oben angeführten laufenden Forschungsvorhabens zur EK verwiesen, im Zuge dessen belastbare Daten dazu erhoben werden.

Tabelle 29: Gegenüberstellung der in privaten Haushalten anfallenden Lebensmittelabfallmengen sowie der über die Eigenkompostierung verwerteten Anteile im Vergleich zweier Studien

	Gesellschaft für Konsumforschung-Studie 2020	Baseline 2015
Gesamtmenge LMA private Haushalte	4.600.000 t/a ¹	6.140.000 t/a ¹
Anteil Verwertung über Heimkompostierung	18,2 %	18,2 % (Annahme)
LMA Heimkompostierung	837.000 t/a ¹	1.117.000 t/a ¹
Bevölkerung Deutschland	83,16 Mio. (Stand am 31.12.2020)	82,18 Mio. (Stand am 31.12.2015)
Gesamtmenge LMA private Haushalte	55,3 kg/E*a	74,7 kg/E*a
LMA Heimkompostierung	10,1 kg/E*a	13,6 kg/E*a

¹ Gerundete Werte.

Quellen: Hübsch (2021); Schmidt et. al (2019)

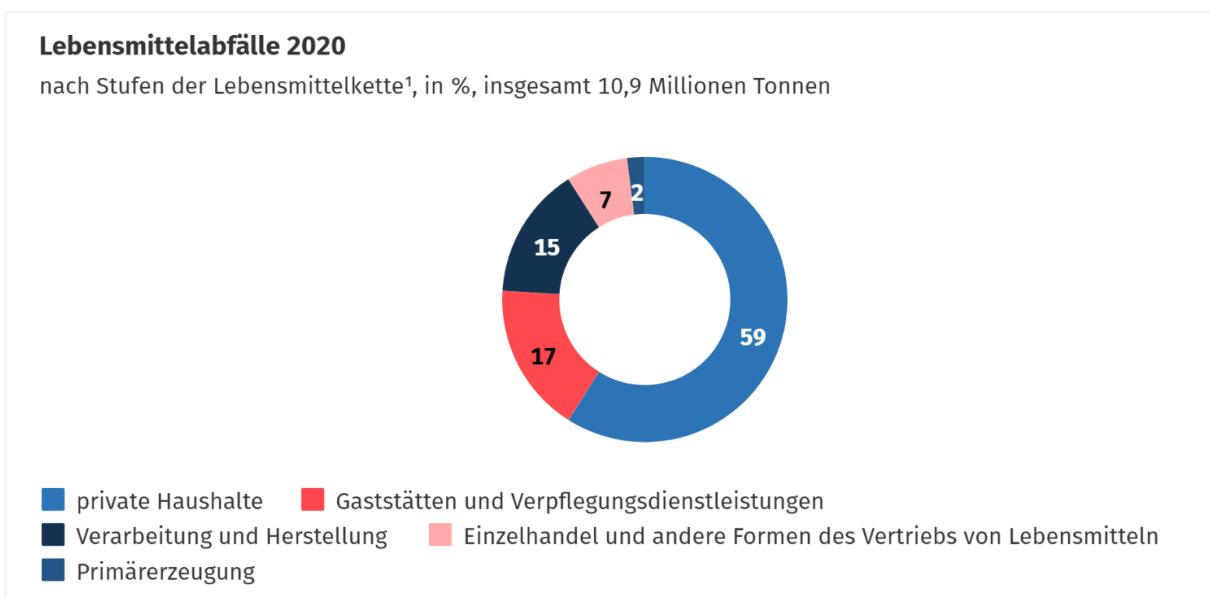
8 Ergebnisse

8.1 Lebensmittelabfälle in Deutschland

Abbildung 14 und Tabelle 30 stellen die LMA in Deutschland im BJ 2020 pro Stufe der LMK dar. Dabei handelt es sich einerseits um die zum 30. Juni 2022 an Eurostat berichteten Werte. Andererseits enthält die Tabelle die korrigierten Werte, berechnet auf Basis der Gutachterlichen Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung) des Konsortiums. Des Weiteren hat das StBA im Zuge des Optimierungsprozesses einen Programmfehler behoben, aufgrund dessen in der Stufe 1 der LMK einzelne Daten nicht aktualisiert wurden. Hieraus resultieren geringfügige Abweichungen zu den zum 30. Juni 2022 an die Eurostat berichteten Ergebnissen. Das StBA und das Konsortium haben die Projektergebnisse im März 2023 in einem Abschlussfachgespräch vorgestellt und mit UBA, BMUV, BMEL, dem Forschungsbegleitkreis und weiteren Interessenträgern abgestimmt.

Die Gesamtmenge an LMA in Deutschland im BJ 2020 belief sich auf rund 10,9 Mio. t (Frischmasse). Die Primärerzeugung hat an der Gesamtabfallmenge einen Anteil von 2 % (0,2 Mio. t). Bei der Verarbeitung und Herstellung fallen 15 % (1,6 Mio. t) an. Im Einzelhandel und anderen Formen des Vertriebs von LM entstehen 7 % (0,8 Mio. t) der LMA. Bei Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen fallen 17 % (1,9 Mio. t) der Abfälle an. Der Großteil der LMA entsteht mit 59 % (6,5 Mio. t) in privaten Haushalten. Pro Kopf werden in den Haushalten demnach etwa 78 kg LM im Jahr weggeworfen (einschließlich eigenkompostierten LMA).

Abbildung 14: Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2020



¹ Nach Delegiertem Beschluss (EU) 2019/1597. Rundungsbedingte Abweichungen möglich.

Quelle: StBA (2023c)

Tabelle 30: Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2020

Stufe der Lebensmittelkette	Lebensmittel-abfälle in 1000 t (gemäß Meldung an Eurostat am 30.06.2022)	Lebensmittel-abfälle in % (gemäß Meldung an Eurostat am 30.06.2022)	Lebensmittel-abfälle in 1000 t ² (qualitätsgesichert)	Lebensmittel-abfälle in % ³ (qualitäts-gesichert)
Primärerzeugung	190 ¹	2	178	2
Verarbeitung und Herstellung	1.613	15	1.594	15
Einzelhandel und andere Formen des Vertriebs von Lebensmitteln	762	7	774	7
Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen	1.861	17	1.877	17
private Haushalte	6.496	59	6.496	59
Insgesamt	10.922	100	10.919	100

¹ Im Zuge des Optimierungsprozesses hat das StBA die LMA-Berechnung, insbesondere mit Blick auf zukünftige BJ, qualitätsgesichert. Dabei hat das StBA u. a. einen Programmfehler beseitigt, der in der Stufe 1 der LMK (Primärerzeugung) einzelne Daten nicht aktualisiert hatte. Mit der korrigierten Programmierung steigen die LMA in der Primärerzeugung, unter Anwendung der nicht-revidierten AKO, von 190.203 t auf 199.953 t.

² Hierbei handelt es sich um korrigierte Werte, die auf Basis der Gutachterlichen Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung) des Konsortiums berechnet wurden. Hieraus resultieren Abweichungen zu den Ergebnissen, die zum 30. Juni 2022 an Eurostat berichtet wurden.

³ Die Korrekturen haben keine Auswirkungen auf die Anteile der LMA auf den Stufen der LMK. Damit bleibt die prozentuale Verteilung im Vergleich zur zweiten Spalte unverändert.

Quelle: StBA 2023a

8.2 Europäischer Vergleich

Die in Deutschland angefallene LMA-Menge von durchschnittlich 131 kg je Einwohner lag im BJ 2020 im EU-Durchschnitt⁴³. Gut die Hälfte (53 %) der LMA in der EU (Deutschland: 59 %) fielen laut Eurostat bei den privaten Haushalten an. Am höchsten war der durchschnittliche LMA je Einwohner in Zypern (397 kg) und Dänemark (221 kg). Vor allem in den östlichen EU-Staaten war das ermittelte Aufkommen an LMA deutlich geringer. Am niedrigsten war das errechnete Pro-Kopf-Aufkommen in Kroatien (71 kg) und Slowenien (68 kg). Ähnliche Werte wie Deutschland meldeten Frankreich (133 kg) und Österreich (136 kg) (Eurostat 2023, Stand März 2023).

⁴³ Link zur EU-Übersichtstabelle zu den LMA-Ergebnissen für das BJ 2020:
https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasfw/default/table

9 Optimierung der Berichterstattung

9.1 Optimierungspotenzial der Datenbasis

9.1.1 Abfälle außerhalb des Abfallmanagementsystems

Im MLMA werden ausschließlich die im Abfallmanagementsystem erfassten Abfälle berichtet. Im Folgenden werden daher die bisher identifizierten Datenlücken des MLMA bezüglich der Stoffströme außerhalb des Abfallmanagementsystems erläutert.

Das Europäische Abfallverzeichnis kann gemäß Delegiertem Beschluss (EU) 2019/1597 als Richtschnur bei der Messung der LMA dienen.

Landwirtschaftliche Materialien gemäß Artikel 2 Absatz 1 Buchstabe f der Richtlinie 2008/98/EG und tierische Nebenprodukte gemäß Artikel 2 Absatz 2 Buchstabe b der Richtlinie 2008/98/EG sind vom Anwendungsbereich der genannten Richtlinie ausgenommen und sollten daher nicht als LMA gemessen werden. Für die Verwendung als Einzelfuttermittel bestimmte Stoffe im Sinne des Artikels 2 Absatz 2 Buchstabe e der Richtlinie 2008/98/EG sind vom Auswendungsbereich der genannten Richtlinie ausgenommen und sollten daher nicht als LMA gemessen werden; dagegen sind Angaben zu LM, die ursprünglich für den menschlichen Verzehr bestimmt waren, jedoch als Tierfutter verwendet werden (einschließlich ehemaliger LM, wie in Teil A Nummer 3 des Anhangs der Verordnung (EU) Nr. 68/2013 der Kommission (6) definiert), für das Verständnis der Materialströme im Zusammenhang mit LM von Bedeutung und können bei der Ausarbeitung einer gezielten Strategie zur Vermeidung von LMA nützlich sein. Deshalb sollten die Mitgliedstaaten die Möglichkeit erhalten, diese Angaben in einheitlicher Form freiwillig zu übermitteln.

9.1.1.1 Die über einen Abfluss oder die Toilette beseitigten LMA

LM, die als oder im Abwasser entsorgt werden, können gemäß dem Durchführungsbeschluss (EU) 2019/2000 freiwillig berichtet werden. Das StBA hat diesbezüglich keine freiwillige Berichterstattung vorgenommen.

Derzeit gibt es laut Delegiertem Beschluss (EU) 2019/1597 keine Methoden zur Messung solcher Abfälle, die ein ausreichendes Konfidenzniveau und die Vergleichbarkeit der übermittelten Daten gewährleisten. Falls die Methodik-Berichte der anderen EU-Mitgliedstaaten veröffentlicht werden, wäre es empfehlenswert zu prüfen, ob und wie diese LMA ermittelt haben. Bislang liegen diese nicht vor.

Für die privaten Haushalte können die LMA-Mengen, die über einen Abfluss oder die Toilette beseitigt werden, anhand der Angaben in der GfK SE-Studie (Hübsch 2021) abgeschätzt werden. Dazu ist erforderlich, dass die GfK SE-Studie regelmäßig durchgeführt wird. Die GfK SE-Studie vermeldete für Deutschland eine LMA-Menge von 4,6 Mio. t für das BJ 2020, während die EU-Berichterstattung für Deutschland von einer LMA-Menge von 6,5 Mio. t der privaten Haushalte im selben Jahr ausgeht. Daher kann bei der Ermittlung der LMA-Menge über die GfK SE-Studie von einer Unterschätzung der tatsächlichen Mengen ausgegangen werden.

Anzumerken ist, dass in einigen europäischen Ländern zum Beispiel Küchenabfallzerkleinerer erlaubt sind (z.B. Großbritannien, Dänemark, Irland, Italien, Schweden, Norwegen, Spanien), in anderen Staaten jedoch ausdrücklich verboten sind (z. B. Österreich). In Deutschland verbieten viele Kommunen explizit die Einleitung von Küchenabfällen, auch in zerkleinerter Form, in ihren Entwässerungs- bzw. Abwassersatzungen.

9.1.1.2 Mengen der nicht länger für den menschlichen Verzehr bestimmten Lebensmittel, die von einem Futtermittelunternehmer zur Umwandlung in Futtermittel in Verkehr gebracht werden, und Verfütterung von LMA an eigene (Haus-)Tiere

LM aus dem Handel, soweit nicht anders verwertbar, werden unter anderem zu Tierfutter verarbeitet (Heinrich et al. 2022). Weitere Informationen dazu liegen dem StBA nicht vor. Diesbezüglich hat das StBA keine freiwillige Berichterstattung vorgenommen.

Um die Mengen der nicht länger für den menschlichen Verzehr bestimmten LM, die von einem Futtermittelunternehmer zur Umwandlung in Futtermittel in Verkehr gebracht werden, zu ermitteln, wäre eine zusätzliche Befragung der Primärproduktion (Stufe 1 der LMK), Industrie (Stufe 2) und Händler (Stufe 3) notwendig. Möglicherweise werden in weiteren Veröffentlichungen des TI Mengen auf Stufe 1 und 2 der LMK ausgewiesen. In der bisherigen Veröffentlichung zu Stufe der 3 der LMK (Heinrich et al. 2022) wird diesbezüglich keine Menge genannt.

Auch über LMA, die an eigene (Haus-)Tiere verfüttert werden und ursprünglich zum menschlichen Verzehr bestimmt waren, liegen dem StBA keinerlei Informationen aus amtlichen Statistiken vor. Das StBA hat diesbezüglich keine freiwillige Berichterstattung vorgenommen.

Für die privaten Haushalte könnten die LMA-Mengen, die an eigene (Haus-)Tiere verfüttert werden, anhand der Angaben in der GfK SE-Studie abgeschätzt werden, da in dieser Studie auch die Entsorgungswege angegeben wurden. Dazu ist erforderlich, dass die GfK SE-Studie regelmäßig durchgeführt wird. Wie bereits erläutert, kann bei der Ermittlung der LMA-Mengen über die GfK SE-Studie von einer Unterschätzung der tatsächlichen Mengen ausgegangen werden.

9.1.1.3 Eigenkompostierung

Zum Zeitpunkt der Ermittlung der Ergebnisse für das BJ 2020 waren eigenkompostierte Mengen nicht Teil des Abfallmanagementsystems. Die EU-Kommission sieht diesbezüglich für einige EU-Länder, u. a. Deutschland, eine verpflichtende Berichterstattung vor.

Für das BJ 2020 konnte die Datenlücke bezüglich der Stufe 5 der LMK (private Haushalte) zugeordneten EK geschlossen werden (siehe Kapitel 7). Die benötigten Daten wurden anhand der in der Baseline 2015-Studie ermittelten Angabe von jährlich durchschnittlich 13,6 kg pro Einwohner (Schmidt et al. 2019) berechnet. Die Methodik der Baseline-Studie basiert auf einer Hochrechnung von freiwilligen Haushaltsbefragungen durch ein privates Marktforschungsinstitut und damit nicht auf einer Erhebung der amtlichen Statistik. Ob die Angabe aus der Baseline 2015 in den nächsten BJ weiterhin verwendet werden kann, ist bislang unklar. Dies hängt von den rechtlichen Vorgaben der EU-Kommission für die weiteren BJ ab.

Sofern die Angabe aus der Baseline 2015 nicht weiterverwendet werden kann, ist die Ermittlung der eigenkompostierten LMA-Menge auf Grundlage einer der folgenden Optionen möglich.

Die erste Option wäre die Verwendung von UBA-Daten. Im Auftrag des UBA läuft zurzeit ein ReFoPlan-Projekt „Ermittlung einer Datengrundlage zur Berechnung des Einflusses der Kompostierung auf die Bioabfallverwertung“ (FKZ 3721 33 302 0). Möglicherweise werden bei diesem Projekt auch die Anteile an eigenkompostierten LMA (AKO) ermittelt. Damit wäre für die EK ggf. ein AKO verfügbar, der auf die im Rahmen des UBA-Projektes ermittelten Mengen angewendet werden könnte. Allerdings handelt es sich bei dem Forschungsvorhaben um eine einmalige Studie. Die ermittelten Mengen müssten daher für die Folgejahre fortgeschrieben werden. Außerdem ist unklar, wann die Studie abgeschlossen und veröffentlicht wird.

Die zweite Option wäre, den im UBA-Projekt möglicherweise ermittelten AKO auf die gemäß Durchführungsbeschluss (EU) 2019/1004 an die EU zu berichtende Menge der an der Anfallstelle getrennten und recycelten biologischen Abfällen (EK) anzuwenden.

Die dritte Option wäre eine erneute Verwendung von Daten aus der GfK SE-Studie. Dies setzt voraus, dass diese regelmäßig durchgeführt wird. Wie bereits erläutert, kann bei der Ermittlung der LMA-Mengen über die GfK SE-Studie von einer Unterschätzung der tatsächlichen Mengen ausgegangen werden.

9.1.1.4 Weitere Abfälle außerhalb des Abfallmanagementsystems

In der EU-Berichterstattung für Deutschland wurden im BJ 2020 lediglich diejenigen Abfälle berichtet, die im Rahmen des Abfallmanagementsystems erfasst werden. Daher ist die Datenlage in dieser Hinsicht ggf. nicht vollständig. Für die Ermittlung des Mengengerüstes von Abfällen, die LMA enthalten können, liegen Vollerhebungen bei den zulassungsbedürftigen Abfallentsorgungsanlagen vor. Da nahezu alle Abfallentsorgungsanlagen genehmigungspflichtig sind, kann man diesbezüglich von einer vollständigen Erfassung ausgehen. Defizite bei der Datenermittlung liegen bei der Erfassung der direkten Verwertung von „Abfällen“ vor, d. h., wenn Abfälle direkt vom Produzenten zum Verwerter gelangen und das Entsorgungssystem der Abfallwirtschaft nicht tangieren, sich aber in der Grauzone zwischen Abfall und Produkt bewegen.

Außerdem existieren weitere Abfälle außerhalb des Abfallmanagementsystems. Auf Stufe 1 der LMK sind beispielsweise Informationen über die Abfallmengen bei Nachernteverlusten sowie Transportverlusten in Deutschland nicht vorhanden. Falls diese Abfälle innerhalb des Abfallmanagementsystems entsorgt werden, treten diese Abfallmengen auch in der amtlichen Statistik auf. Des Weiteren treten auf Stufe 1 der LMK auch Vorernteverluste auf. Allerdings sind diese laut EU nicht als LM definiert. Daher sind sie innerhalb der EU-Berichterstattung zu LMA nicht zu berichten. Möglicherweise werden Daten zu LMA, die nicht in das Abfallmanagementsystem einfließen, durch die Dialogforen erhoben. Allerdings handelt es sich bei den Dialogforen um zeitlich begrenzte Projekte, die daher voraussichtlich nicht für jedes BJ Daten zur Verfügung stellen könnten.

Athai et al. (2023) untersuchten LMA und LM-Verluste, die im Rahmen innerhalb der Dialogforen „Primärproduktion“ und „Verarbeitung“ durch eine freiwillige Unternehmensbefragung erhoben wurden.⁴⁴ Hierbei identifizierten sie die Stoffströme „Vermarktete Lebensmittel“, „Alternative Verwendung innerhalb der Lebensmittelkette“ und „Alternative Verwendung außerhalb der Lebensmittelkette (LM-Verluste)“, die neben der gewerblichen Abfallentsorgung am Anfang der LMK (Stufen 1 und 2) auftreten (Athai et al. 2023).

Es ist zu beachten, dass die Messungen in den Dialogforen, anders als die EU-Berichterstattung, über LMA ausschließlich Angaben über einzelne teilnehmende Unternehmen sammelt. Es erfolgt keine Hochrechnung für den gesamten Sektor. Damit können keine repräsentativen Aussagen für den entsprechenden Sektor für die EU-Berichterstattung gemacht werden.

⁴⁴ Das vollständige Thünen Working Paper kann unter folgendem Link abgerufen werden:
https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/Thuenen_Working_Paper_209.pdf

9.1.2 Potenzieller Feuchtigkeitsverlust vor Messung der Abfälle

Eine weitere Datenlücke besteht bei der Menge an Feuchtigkeit, die potenziell vor der Messung der Abfälle verloren geht. Die Datenbasis für die LMA-Berechnung bildet insbesondere die AE. Die dort erfassten Abfallmengen werden in Deutschland unmittelbar bei Eingang in die Abfallbehandlungsanlagen gewogen. Damit geschieht die Messung direkt nach der Abholung der Abfälle, d. h. vor jeglicher Behandlung, etwa Trocknung. Insbesondere Bioabfälle – wie z. B. Obst und Gemüse – haben in frischem Zustand einen hohen Wassergehalt. Durch Sonneneinstrahlung oder Wärme verdunstet das enthaltene Wasser. Die Verdunstung kann je nach Lagerdauer der Abfälle im Haushalt bzw. in der Mülltonne oder je nach Witterungsbedingungen vor der Abholung der Abfälle erfolgen.

Daher ist ein Feuchtigkeitsverlust vor diesem Messzeitpunkt nach Einschätzung des StBA prinzipiell möglich. Die Abstimmung des StBA mit dem Konsortium hat ergeben, dass eine konkrete Einschätzung der Höhe eines etwaigen Feuchtigkeitsverlusts vor dem Messzeitpunkt nicht belastbar quantifizierbar ist. Untersuchungen oder Studien zu diesem Thema sind dem StBA nicht bekannt und wären umfangreich und zeitintensiv. Angesichts des verfügbaren Zeitfensters, der Nichtverfügbarkeit von belastbaren Daten und der schwierigen Bestimmbarkeit von Feuchtigkeitsverlusten wurde diese bei der Datenerhebung nicht berücksichtigt. Eine Quantifizierung des möglichen Feuchtigkeitsverlusts würde weitere Studien erfordern.

Da der Feuchtigkeitsverlust voraussichtlich auch in allen folgenden BJ nicht quantifiziert werden wird, liegt ggf. in allen Jahren der gleiche systematische Messfehler vor, der allerdings witterungsbedingt schwanken kann. Letztendlich ist bei der Berichterstattung die Entwicklung der LMA-Niveaus im Zeitverlauf entscheidend.

9.1.3 Mögliche Mehrfacherfassung von Abfällen

Ein Austausch mit Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen hat ergeben, dass Abfälle, die mehrere Abfallbehandlungs- und -entsorgungsanlagen durchlaufen, möglicherweise mehrfach im Input erfasst werden. Daher könnte die Abfallmenge pro Abfallschlüssel höher angegeben sein als sie tatsächlich ist. Im MLMA wird die Abfallmenge pro Abfallschlüssel fast ausschließlich der AE entnommen.

Theoretisch sollten Abfälle nach der Behandlung durch die Abfallentsorger einen neuen Abfallschlüssel erhalten (sogenannte 19er Schlüssel)⁴⁵, so dass die Mehrfacherfassung von Abfällen bestimmter Abfallschlüssel ausgeschlossen ist. Allerdings werden in der Praxis Abfälle nach ihrer Behandlung nach Kenntnis des StBA nicht immer durch die Abfallentsorger*innen mit einem neuen Abfallschlüssel versehen.

Nach Einschätzung des StBA ist die Mehrfacherfassung von Abfällen im Input wahrscheinlich. Allerdings ist das Ausmaß der Mehrfacherfassung nicht quantifizierbar. Im BJ 2020 wurden im Input ca. 28 Mio. t unter LMA-Schlüsseln gemeldet, im Output ca. 1,2 Mio. t. Theoretisch müssten die 1,2 Mio. t aus dem Output in einer Folgeanlage auftauchen. Das StBA hat keine Möglichkeit, einen Abfallstrom über mehrere Behandlungsstufen hinweg zu verfolgen. Daher ist und bleibt unklar, unter welchem Abfallschlüssel die jeweilige Folgeanlage die Abfälle erfasst. Wenn die Folgeanlage keinen neuen Abfallschlüssel vergibt, werden die Abfälle unter dem gleichen Abfallschlüssel codiert. Dadurch wird der gleiche Abfall mehrfach als Input erfasst. Zudem könnte die abgebende und annehmende Anlage korrekterweise einen 19er Abfallschlüssel verwenden, wodurch eine Mehrfacherfassung vermieden würde.

⁴⁵ Abfälle aus 19er Abfallschlüsseln werden nicht im MLMA berücksichtigt.

Eine Mehrfacherfassung des Abfalls wäre auch möglich, indem die erste Entsorgungsanlage einen 19er Abfallschlüssel im Output verwendet und die Folgeanlage einen abweichenden Abfallschlüssel (z. B. 02er oder 20er). Dies ist nach Einschätzung des StBA jedoch eher unwahrscheinlich, da die Folgeanlage dafür den Ursprung des Abfalls angeben müsste (bspw. Fleischverarbeitung).

Das genaue Ausmaß der Mehrfacherfassung ist also nicht quantifizierbar. Es ist im Extremfall möglich, dass die gesamten 1,2 Mio. t Abfälle aus dem Output auch in Folgeanlagen erneut unter den LMA-Schlüsseln im Input erfasst werden.

Weitere Rückfragen des StBA an Abfallentsorger*innen haben bisher keine Antworten auf die Frage geliefert, warum diese ihre Abfälle nach der Bearbeitung nicht ordnungsgemäß umschlüsseln. Nach Einschätzung des StBA ist eine mögliche Ursache, dass Anlagen teilweise eine Genehmigung für ausgewählte Abfallarten besitzen. Auch wenn die Statistik keinerlei Daten an den Vollzug weitergibt, geben die Anlagenbetreiber*innen meist nur Abfallschlüssel an, für die ihnen eine Genehmigung vorliegt. Mögliche Ursachen dafür, dass die Anlagenbetreiber*innen die korrekten Genehmigungen nicht erwerben, sind nach Einschätzung des StBA die Kosten und der Aufwand für die Genehmigungen. Eine weitere mögliche Ursache für die fehlerhafte Verschlüsselung könnte das Unwissen der Abfallentsorger darüber sein, wie der Abfall korrekt zu verschlüsseln ist. Des Weiteren werden die achtstelligen Abfallschlüssel nicht in allen Abfallentsorgungsbetrieben eingesetzt, wodurch die entsprechenden Abfälle nicht immer korrekt als solche verschlüsselt werden. Nach Einschätzung des StBA können Abfälle, die zeitweise gelagert werden (durchlaufende Posten), von der Mehrfacherfassung ausgeschlossen werden.

Um eine Lösung für dieses Problem zu finden, ist es zunächst notwendig, die tatsächliche Ursache der Problematik zu identifizieren. Dazu sind weitere Gespräche mit Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen erforderlich. Da die Mehrfacherfassung voraussichtlich auch in allen folgenden BJ nicht quantifiziert werden wird, liegt in allen Jahren der gleiche systematische Fehler vor, wobei die Menge je nach BJ schwanken kann. Dieser Fehler wird ggf. teilweise dadurch nivelliert, wenn bei der Berichterstattung nicht die absolute Höhe der LMA, sondern die zeitliche Entwicklung des Niveaus der LMA entscheidend ist.

9.1.4 Belastbarkeit der Verteilung nach Wirtschaftszweigen

Für die Verteilung des Abfallaufkommens pro Abfallschlüssel auf die WZ (und damit auf die Stufen 1 bis 4 der LMK) verwendet das StBA u. a. die AEU. Für die AEU werden vierjährlich ausschließlich große Betriebe befragt. Die Abschneidegrenzen nach Beschäftigtenanzahl variieren nach WZ (z. B. mind. 50 SV-Beschäftigte bei Landwirtschaft und mind. 500 SV-Beschäftigte beim Dienstleistungsgewerbe) (StBA 2020). Der Grund dafür ist, dass laut Gesetz maximal 20.000 Betriebe insgesamt befragt werden dürfen. Daher findet keine Befragung kleinerer Betriebe (weniger als 50 SV-Beschäftigte) statt. Dies ist ein methodischer Kompromiss, um einerseits der EU Daten über die Herkunft der Abfälle bereitzustellen und andererseits die Belastung der Berichtspflichtigen minimal zu halten.

Die zum Zeitpunkt der Berichterstattung aktuelle AEU, BJ 2018, deckt mit der Auswahl der Betriebe etwa 0,8 % der Betriebe und 31 % der Beschäftigten in Deutschland ab. Dabei ist im Bereich des Verarbeitenden Gewerbes der Erfassungsgrad der Gesamtbeschäftigten (durchschnittlich mehr als 71 %) wesentlich höher als im Bereich der Dienstleistungen (durchschnittlich 18 %) (StBA 2020).

Die Befragung ist laut AEU-Qualitätsbericht nicht repräsentativ für den jeweiligen WZ und daher nicht für eine belastbare Hochrechnung geeignet. Gleichwohl erfüllen die AEU-Ergebnisse den

Zweck, die Abfälle auf aggregierter Ebene (von der EU vorgesehene Stufen der LMK) zu verteilen. Die AEU ist somit geeignet, die Vorgaben der EU-Berichterstattung zu erfüllen.

Aus diesen Gründen werden LMA-Mengen ausschließlich auf aggregierter Ebene (Stufe der LMK) veröffentlicht.

Um eine Repräsentativität pro WZ zu erreichen, müssten in der AEU zukünftig deutlich mehr Betriebe befragt werden. Dies setzt eine gesetzliche Änderung bezüglich der Erhöhung der Anzahl der Befragten voraus. Dem stehen die im gleichen Maße steigenden jährlichen Erhebungskosten sowie die dauerhafte zusätzliche Belastung der Befragten entgegen. Hier wären dann entsprechend umfangreiche Kompensationsmaßnahmen, z. B. durch Entlastung bei anderen Berichtspflichten, zu gewährleisten.

9.2 Optimierungspotenzial der Abfallkoeffizienten

9.2.1 Optimierungspotenzial der Abfallkoeffizienten von Hausmüll und Bioabfall

Zum sechsstelligen Abfallschlüssel „gemischte Siedlungsabfälle“ (20 03 01) gehören die vier achtstelligen Abfallschlüssele: „Hausmüll“ (20 03 01 01), „hausmüllähnlicher Gewerbeabfall“ (20 03 01 02), „gemischte Siedlungsabfälle nicht differenzierbar“ (20 03 01 00) und „Bioabfall“ (20 03 01 04). Das Konsortium hat den AKO für den sechsstelligen Abfallschlüssel 20 03 01 als gewichteten Mittelwert der AKO für die drei Abfallschlüssele 20 03 01 01, 20 03 01 02 und 20 03 01 04 gebildet.

Der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1957 schreibt alle vier Jahre eine gründliche Messung von LMA vor. Deshalb müssen alle AKO – und daher auch die AKO von Bioabfall und Hausmüll – regelmäßig, d.h. mindestens alle vier Jahre, ermittelt werden. Bisher basieren die AKO von Bioabfall und Hausmüll auf der Methodik der Bundesweiten Hausmüllanalyse (Dornbusch et al. 2020).

Um eine AKO-Fortschreibung für die Jahre, in denen eine gründliche Messung notwendig ist, zu gewährleisten, kann laut dem Konsortium die für die erstmalige Berichterstattung verwendete Methode zur AKO-Ermittlung für Hausmüll und Bioabfall für die zukünftigen Berichterstattungen angewandt werden. Dafür müssten die Abfallzusammensetzungen aus Sekundäruntersuchungen auf das jeweilige Berichtsjahr normiert und mit aktualisierten Randdaten (Schichtungsmerkmale und Einwohnerdaten) auf die Deutschland-Schicht hochgerechnet werden. Als Datenquellen würden die Abfallbilanzdaten der örE, Abfallanalysen zu Hausmüll und Bioabfall der örE aus den zurückliegenden fünf Jahren und Randdaten zu den Abfallanalysen, Schichtungen, Jahreszeiteinflüssen und Einwohnerdaten benötigt.

Zur Berücksichtigung von Einflussgrößen auf das Abfallaufkommen müssten zeitliche Einflüsse durch Untersuchungskampagnen (mehrere Untersuchungen je örE zu unterschiedlichen Jahreszeiten) und räumliche/sachliche Einflüsse durch Schichten (Regionen in Deutschland, Siedlungs- und Bebauungsstrukturen, Getrenntsammelsysteme, Gebührensysteme usw.) berücksichtigt werden. Bei der Auswahl der Abfalluntersuchungen ist laut Konsortium darauf zu achten, dass alle benötigten Einflussgrößen (Schichten und Kampagnen) durch Abfallanalysen abgedeckt werden.

Dies setzt eine ausgewogene Untersuchungsplanung voraus, die sicherstellt, dass genügend aktuelle Abfallsortieranalysen vorliegen, die Einflussgrößen hinreichend berücksichtigt werden und sowohl die Repräsentativität der Untersuchung als auch die vorgegebenen Genauigkeitsanforderungen eingehalten werden. Bei Bedarf müssten zusätzliche Analysen

rechtzeitig veranlasst werden. Spätestens für das BJ 2024 müssen die AKO aktualisiert werden. Daher müssten neue Abfallsortieranalysen rechtzeitig in Auftrag gegeben werden.

Nach Kenntnis des StBA werden von den örE zwar teilweise ebenfalls regelmäßig Abfallsortieranalysen in Auftrag gegeben. Diese können jedoch von verschiedenen Consulting-Firmen durchgeführt werden, welche die jeweiligen Einzeldaten nicht herausgeben (dürfen). Zudem liegt durch die Sammlung solcher beliebig durchgeführten Abfallsortieranalysen möglicherweise keine Repräsentativität vor. Der Vorteil einer bundesweit durchgeführten Abfallsortieranalyse besteht in der Sicherstellung der Repräsentativität durch sorgfältige Auswahl der Stichproben nach den oben genannten Schichtungsmerkmalen. Solche Abfallsortieranalysen könnten ggf. neben dem MLMA auch weiteren Zwecke dienen, z. B. im Rahmen der Berichterstattung zu den Verpackungen und der Beobachtung des Abfalltrennverhaltens der Bevölkerung.

Sofern Abfallsortieranalysen außerhalb einer einheitlichen bundesweiten Konzeption verwendet werden sollen, muss aus Sicht des Konsortiums neben der Zugriffsregelung auf die Daten auch die Qualität der einzubeziehenden Abfallanalysen geprüft werden.

Abfallsortieranalysen werden in Deutschland gemäß Abfallsortierrichtlinien durchgeführt, die auf Bundesebene nicht einheitlich definiert sind. Darüber hinaus könnte es durch differierende Zielsetzungen der Abfallsortieranalysen im Bereich der Stoffgruppen und Fraktionen sowie der Schichtungen zu Unterschieden kommen, die vor einer gemeinsamen Auswertung harmonisiert werden müssen.

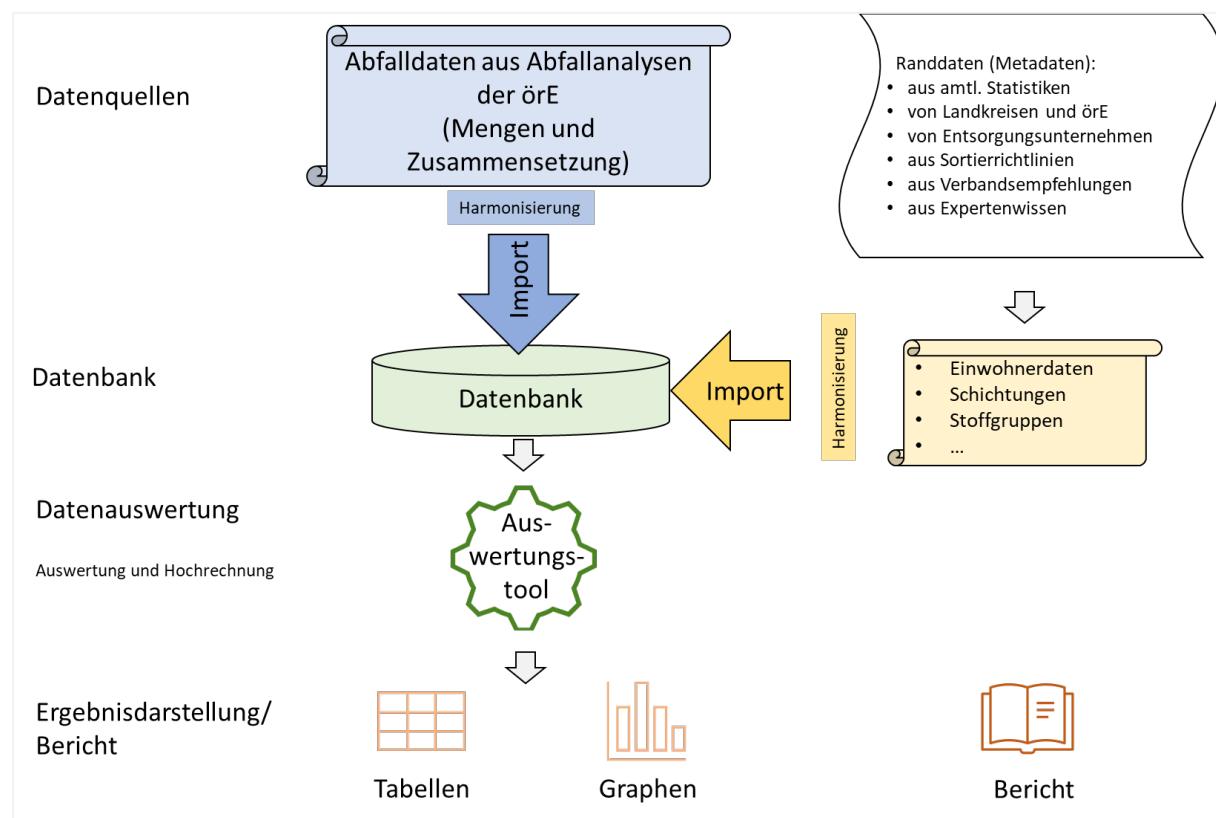
Aus Sicht des Konsortiums müssen die nach sorgfältiger Stichprobenplanung repräsentativ ausgewählten Abfallsortieranalysen auf Ebene der örE bezüglich der Stoffgruppen, Fraktionen und Schichten harmonisiert und die Ergebnisse in die für dieses Forschungsprojekt angelegte Abfalldatenbank importiert werden. Parallel müssen die Randdaten, die für die Auswertung und Hochrechnungen benötigt werden, für das BJ recherchiert, bewertet und ebenfalls in die Datenbank importiert werden.

Die Auswertung und Hochrechnung erfolgt dann über ein Auswertungstool auf Basis der qualitätsgesicherten einwohnerspezifischen Wochenmengen je Schicht aus der Datenbank. Auf der Grundlage eines Analysenplans müssten die Daten aus der Datenbank mit dem Auswertungs- und Hochrechnungstool so aufbereitet werden, dass die Ergebnistabellen und -abbildungen in einem abschließenden Schritt erzeugt werden können. Die so erzeugten Tabellen und Abbildungen können dann direkt in das Berichtsformat übernommen werden.

Im Kern beruht diese Methode auf einer repräsentativen Stichprobenplanung, der Einbeziehung von qualitativ geprüften und harmonisierten Abfallsortieranalysen auf örE-Ebene, einer zentralen Datenverwaltung in einer Abfalldatenbank, der Methode der mehrstufigen geschichteten Verhältnisschätzung über ein Auswertungs- und Hochrechnungstool und der abschließenden Erstellung der Ergebnistabellen und -abbildungen für die Berichterstattung.

In Abbildung 15 ist der Ablauf der AKO-Berechnung anhand der vom Konsortium vorgeschlagenen Methodik für zukünftige Berichterstattungen schematisch aufbereitet.

Abbildung 15: Schematische Darstellung der Berechnung der Abfallkoeffizienten für Hausmüll und Bioabfall für zukünftige Berichterstattungen



Quelle: Kern et al. (2022)

Eine zusätzliche Herausforderung für die Ermittlung eines AKO für den sechsstelligen Abfallschlüssel 20 03 01 ergibt sich dadurch, dass zu den achtstelligen Abfallschlüsseln 20 03 01 02 und 20 03 01 00 keine oder keine aktuellen Abfallsortieranalysen vorliegen. Im Folgenden wird daher erläutert, wie diese beiden Abfallschlüsse vom Konsortium berücksichtigt wurden, bzw. wo ihr Optimierungspotential liegt.

9.2.2 Optimierungspotenzial des Abfallkoeffizienten von 20 03 01 00 – gemischte Siedlungsabfälle nicht differenzierbar

Zum sechsstelligen Abfallschlüssel „gemischte Siedlungsabfälle“ (20 03 01) gehört u. a. der achtstellige Abfallschlüssel „gemischte Siedlungsabfälle nicht differenzierbar“ (20 03 01 00). Für diesen Abfallschlüssel konnte kein eigener AKO ermittelt werden. Daher wurde für diesen Abfallschlüssel der gewichtete AKO des Abfallschlüssels 20 03 01 verwendet. Der AKO für den sechsstelligen Abfallschlüssel 20 03 01 wurde als gewichteter Mittelwert der AKO von 20 03 01 01, 20 03 01 02 und 20 03 01 04 gebildet.

Da zum Stand der Untersuchung keine Informationen dazu vorliegen, welche Inhaltsstoffe in den nicht differenzierbaren gemischten Siedlungsabfällen auftreten, ist es derzeit nicht möglich, eine konkrete Empfehlung zur Ermittlung des zugehörigen AKO abzugeben. Es ist unklar, ob der Aufwand für eine Abfallsortieranalyse dem Nutzen angemessen ist.

Um einen belastbaren und aktuellen AKO für diesen Abfallschlüssel zu ermitteln, sollten entweder neuere Abfallsortieranalysen durchgeführt werden oder eine andere Erhebungsmethodik (siehe Kapitel 9.2.4) verwendet werden.

9.2.3 Optimierungspotenzial des Abfallkoeffizienten von 20 03 01 02 - getrennt von Hausmüll angelieferte oder eingesammelte hausmüllähnliche Gewerbeabfälle

Zum sechsstelligen Abfallschlüssel „gemischte Siedlungsabfälle“ (20 03 01) gehört u. a. der achtstellige Abfallschlüssel „hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, getrennt vom Hausmüll angeliefert oder eingesammelt“ (20 03 01 02). Der dazugehörige AKO wurde vom Konsortium auf Grundlage von Abfallsortieranalysen ermittelt.

Die Datenbasis zur Zusammensetzung der getrennt von Hausmüll angelieferten oder eingesammelten hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle ist aus Sicht des Konsortiums sehr lückenhaft. Detaillierte Analysen liegen sehr lange zurück und spiegeln die Abfallzusammensetzung einer Zeit unter anderen abfallwirtschaftlichen Rahmenbedingungen wider. Aufgrund der fehlenden aktuellen Datenlage hat das Konsortium auf das Gewerbeabfallkataster RLP aus dem Jahr 1993 (Durchführung durch WI; landesweite Untersuchung von Gewerbeabfällen in Rheinland-Pfalz) zurückgegriffen. Damals wurden die LMA-Anteile erhoben. Der Rückschluss auf die heutigen abschätzbaren LMA-Anteile in hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen erfordert ein transformatives Vorgehen unter Berücksichtigung der seit damals stattgefundenen abfallwirtschaftlichen Entwicklungen. Konkret wird der LMA-Anteil an der Organik-Faktion aus dem Gewerbeabfallkataster RLP 1993 berechnet, während der Anteil der Organik-Faktion an der gesamten Abfallmenge des Abfallschlüssels aus einer neueren Quelle (Dehne 2011) verwendet wurde. Aufgrund der am 01. August 2017 in Kraft getretenen Novelle der Gewerbeabfallverordnung ist unklar, wie aktuell der aus der 2011er Quelle entnommene Organik-Anteil ist.

Zur Beurteilung der Ergebnisse ist aus Sicht des Konsortiums zwangsläufig von einem hohen Fehler auszugehen, der sich jedoch dadurch relativiert, dass die LMA-Gesamtmenge in hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen lediglich einen Bruchteil des LMA-Gesamtaufkommens ausmacht. Die Abschätzung wurde durch das Konsortium erstellt und auf Plausibilität geprüft.

Da nicht abschließend geklärt ist, welche Inhalte in diesem Abfallschlüssel auftreten, ist es aus Sicht des Konsortiums derzeit nicht möglich, eine konkrete Empfehlung zur AKO-Ermittlung abzugeben. Daher ist unklar, ob der Aufwand für eine Abfallsortieranalyse dem Nutzen angemessen ist.

Um einen belastbaren und aktuellen AKO für diesen Abfallschlüssel zu ermitteln, sollten aus Sicht des Konsortiums entweder neuere Abfallsortieranalysen durchgeführt werden oder eine andere Erhebungsmethodik (siehe Kapitel 9.2.4) verwendet werden.

9.2.4 Optimierungspotenzial der Abfallkoeffizienten der übrigen Abfallschlüssele

Wie in Kapitel 6.2.8 beschrieben, liefert die freiwillige Online-Befragung von USTUTT zu den übrigen Abfallschlüssen (alle Abfallschlüssel außer 20 03 01) aus Sicht des Konsortiums eine orientierende Einschätzung, die weder repräsentativ, noch statistisch belastbar ist. Je nach Abfallschlüssel sind aus Sicht des Konsortiums zwischen 80 und über 200 Stichproben erforderlich, um Genauigkeiten in einem Bereich von $\pm 10\%$ zu erhalten. Diese müssten zudem zufällig ausgewählt sein. Bei der Online-Befragung von USTUTT wurden alle Abfallentsorgungsanlagen, von denen dem Konsortium Kontaktdaten vorlagen, befragt. Die auf freiwilliger Basis erfolgten Antworten wurden als Zufallsstichprobe gewertet.

Um eine höhere Datenstabilität zu erreichen und Aussagen zur Volatilität treffen zu können, empfiehlt das Konsortium, bei künftigen Erhebungen auch physische Messungen (Abfallsortieranalysen oder Abfallsichtungen) durchzuführen. Diese würden idealerweise am Entstehungsort der Abfälle, d. h. beim Verursacher, oder an der Abfallentsorgungsanlage, d. h.

beim Verwerter, durchgeführt. Abfallsortieranalysen sind in der Regel mit einem relativ hohen personellen und finanziellen Aufwand verbunden. Durch Befragungen von relevanten Akteuren ist die Reichweite sehr groß und der finanzielle Aufwand vergleichsweise gering. Laut Konsortium ist denkbar, dass Abfallsortieranalysen nur für einzelne Abfallschlüssel und Branchen durchgeführt werden, wenn dadurch ein Erkenntnisgewinn zur deutlichen Verbesserung der Datenlage erwartet werden kann.

Generell empfiehlt das Konsortium, für die zukünftige Berichterstattung weitere Erhebungen, Recherchen und Analysen zur Ermittlung der AKO der übrigen Abfallschlüssel durchzuführen. Dabei ist es besonders wichtig, die Datenlage durch physische Erhebungen und einen größeren Stichprobenumfang zu verbessern. Um valide Aussagen bzgl. des Stichprobenumfangs von Abfallsortieranalysen in den Stufen 1 bis 4 der LMK treffen zu können, muss zunächst ein Rahmenkonzept erarbeitet und definiert werden. Insgesamt ist die Entwicklung eines systematischen Vorgehens bezüglich der Stichprobenplanung und Analysemethode an dieser Stelle besonders wichtig.

9.3 Allgemeine Empfehlungen für die Berichterstattung

Dem Konsortium zufolge sollten Monitoring und Berichterstattung von LMA möglichst genaue Aussagen über die Mengenentwicklung im zeitlichen Verlauf generieren. Die Erarbeitung und Fortschreibung einer umfassenden Datenbasis sei deshalb der Schlüssel für eine langfristige Berichterstattung. Ein vollständiges und transparentes Monitoring ist dabei ausschließlich in Zusammenarbeit mit allen relevanten Akteuren möglich. Vor diesem Hintergrund empfiehlt das Konsortium, dass neben den berichtspflichtigen LMA in Bezug auf die Abfallschlüssel auch weitere Material- und Stoffströme bzw. Lebensmittelströme bilanziert und berichtet werden, die eine Dokumentation über Trends von LMA im zeitlichen Verlauf unterstützen. Europäische Mitgliedstaaten können auf freiwilliger Basis entsprechende LMA an die EU berichten und dadurch Fortschritte transparenter dokumentieren. Das Konsortium empfiehlt deshalb die Nutzung aller verfügbaren Datenquellen, wobei jeweils den validierten Daten der Vorzug gegeben werden sollte. Physische Daten, wie z. B. Abfallstatistiken, ergänzt um physische Angaben zur Abfallzusammensetzung, repräsentieren in diesem Zusammenhang die verlässlichste Datengrundlage. Um eine möglichst vollständige Bilanzierung zu erreichen, sollten aus Sicht des Konsortiums die berichtspflichtigen LMA-Mengen durch freiwillige Angaben in der Berichterstattung ergänzt werden.

Ein exemplarisches Vorgehen zeigt das Konsortium an dieser Stelle für die Berichterstattung der LMA in Haushalten auf. So liegen auf Haushaltsebene physische Daten aus den nationalen, amtlichen Abfallstatistiken vor, die regelmäßig aktualisiert werden. Es bietet sich an, diese für die künftige Berichterstattung weiterhin heranzuziehen. Darin sind jedoch nicht alle Abfallströme erfasst. Nicht enthalten sind beispielsweise LMA, die der EK zugeführt werden. Diese ergänzenden Angaben könnten ggf. aus der GfK SE-Studie abgeleitet werden, um eine plausible Abschätzung der gesamten physischen Materialflüsse an LMA vorzunehmen (Hübsch 2021). Dazu ist erforderlich, dass die GfK SE-Studie regelmäßig durchgeführt wird.

Die empfohlene Methodik für das künftige MLMA basiert demnach laut dem Konsortium auf den folgenden Datenquellen:

- ▶ Berichterstattung auf Basis der nationalen amtlichen Abfallstatistiken unter Bezugnahme auf die genannten Abfallschlüssel aus dem Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597.
- ▶ Ermittlung von AKO durch:
 - Auswertung von physischen Messungen (z. B. Abfallsortieranalysen) für die Abschätzung der in den amtlichen Abfallstatistiken enthaltenen LMA,
 - ggf. ergänzende freiwillige, nicht-amtliche Befragungen der Entsorgungswirtschaft und
 - ggf. ergänzende freiwillige, nicht-amtliche Unternehmensbefragungen (Abfallerzeuger).
- ▶ Auswertung von Studien (z. B. der GfK SE-Studie) für die Abschätzung der LMA in den sonstigen Entsorgungswegen (u. a. EK).

10 Empfehlungen zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen

Die EU hat sich dem weltweiten Ziel der Vereinten Nationen verpflichtet, bis 2030 die Lebensmittelverschwendungen auf Einzelhandels- und Verbraucherebene zu halbieren und die Lebensmittelverluste entlang der Produktions- und Lieferkette zu verringern (United Nations 2015). In Bezug auf die politischen Ziele und die Notwendigkeit, Lösungen zu finden, sind in den letzten Jahren mehrere Publikationen veröffentlicht worden, in denen das LMA-Aufkommen dargestellt und Maßnahmen zur Reduzierung untersucht werden.

Es muss darauf hingewiesen werden, dass aus der in diesem Bericht dargelegten, erstmaligen LMA-Erfassung für Deutschland, BJ 2020, keine direkte Ableitung von Reduzierungsmaßnahmen erfolgen kann. Durch die in Kapitel 1 bis 7 dargestellte Methodik, die bei der Abfallentsorgung ansetzt, werden die LMA-Mengen entsprechend der EU-Vorgaben pro Stufe der LMK und für Deutschland insgesamt erfasst. Allerdings ist auf dieser Grundlage keine Ableitung und Überprüfung von LMA-Reduzierungsmaßnahmen pro Stufe der LMK möglich.

Im Gegensatz zur EU-Berichterstattung geben die Messungen in den Dialogforen nicht über LMA einer ganzen Stufe Auskunft. Stattdessen erfassen sie die LMA von einzelnen freiwillig teilnehmenden Unternehmen. So können sie (abhängig von den verschiedenen Dialogforen) z. B. über die Wirkung einzelner Maßnahmen zur LMA-Reduzierung sowie die unterschiedlichen Stoffströme, die es neben der zulassungsbedürftigen Abfallentsorgung gibt, punktuelle Aussagen treffen. Die Daten der Dialogforen bilden also z. B. Grundlagen für die Etablierung effektiver Reduzierungsmaßnahmen sowie die möglichst hochrangige Verwertung überschüssiger Lebensmittel (BMEL, BMUV, UBA 2023).

In den nachfolgenden Abschnitten werden Lösungsansätze und Maßnahmen zur Reduzierung von LMA aus der nationalen und internationalen Literatur zusammengefasst. Diese Zusammenstellung basiert nicht auf den Ergebnissen der Datenerhebung zur erstmaligen EU-Berichterstattung für das BJ 2020. Das folgende Kapitel wurde ausschließlich vom Konsortium erarbeitet. Basierend auf dem aktuellen Stand des Wissens und der Forschung formuliert das Konsortium dort Handlungsempfehlungen für jeden Bereich der LMK und zeigt, falls erforderlich, künftigen Handlungs- und Forschungsbedarf zur LMA-Reduzierung auf.

10.1 Literaturrecherche

10.1.1 Best Practice UK: Erfolgreiche Reduzierung der Lebensmittelabfälle entlang der gesamten Wertschöpfungskette

Verma et al. (2020) stellten fest, dass weltweit weitaus mehr LM weggeworfen werden als allgemein angenommen wird, da in einigen der meistzitierten wissenschaftlichen Veröffentlichungen die LMA-Menge deutlich unterschätzt wird. Flanagan et al. (2019) betonen außerdem, dass mehr Regierungen und Unternehmen dringend Reduktionsziele festlegen müssen, die mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung übereinstimmen, um die Lebensmittelverschwendungen zu messen und insbesondere mutig zu handeln, um sie zu reduzieren. Auf politischer Ebene können die Initiativen zur LMA-Reduzierung aus Großbritannien als Vorbild dienen. So ist es in Großbritannien gelungen, die Menge der LMA in Privathaushalten im Jahr 2018 im Vergleich zu 2007 um rund 1,44 Mio. t zu reduzieren. Dementsprechend sanken die LMA aus privaten Haushalten von 132 kg/(E*a) auf etwa 100 kg/(E*a) (Parry et al. 2020). Der Ausgangspunkt für diese positive Entwicklung wurde im Jahr 2000 gelegt, als das „Waste and Resources Action Programme“ (WRAP) gegründet wurde, um eine nachhaltige Abfallwirtschaft zu unterstützen und das Recycling im Vereinigten Königreich zu steigern. Als Fortsetzung der Recycling-Initiativen und um die Öffentlichkeit für

das Thema „LMA“ zu sensibilisieren, startete WRAP 2007 die Kampagne "Love Food Hate Waste". Ziel war es, die Konsumierenden durch bewusstseinsbildende Informationen zu ermutigen, LMA zu reduzieren (Falcon et al. 2008). Die Kampagne war eine der ersten ihrer Art weltweit und schärfte das Bewusstsein nicht nur in der breiten Öffentlichkeit, sondern auch bei Akteuren aus Industrie, Politik und Wissenschaft. In den folgenden Jahren wurden in Großbritannien und einigen anderen Ländern zahlreiche Initiativen zur Verringerung der Lebensmittelverschwendungen in allen Stufen der LMK durchgeführt. Die Courtauld Commitments, eine Reihe von freiwilligen Vereinbarungen, erwiesen sich beispielsweise als wirksames Instrument, um Veränderungen und Verbesserungen in der LMK zu bewirken. Die erste Courtauld-Verpflichtung wurde 2005 für einen Zeitraum von vier Jahren eingeführt und befasste sich mit Lösungen und Technologien, die zur Verringerung von LMA und Verpackungsabfällen beitragen (WRAP 2020a; 2020b). Mit Unterstützung der „Love Food Hate Waste“-Kampagne, lokaler Behörden und karitativer Organisationen konnten in diesem Zeitraum in Großbritannien rund 670.000 t LMA und 520.000 t Verpackungsabfälle reduziert werden. Die Ziele für 2025 sind eine weitere Verringerung der LMA und Getränkeabfälle um 20 % sowie eine Verringerung der Treibhausgasemissionen im Zusammenhang mit der Produktion und dem Konsum von LM und Getränken um 20 % (WRAP 2020a; 2020b). Kein anderes Land kann einen ähnlich positiven Trend bei der Reduzierung von LMA vorweisen. Dennoch müssten laut WRAP noch mehr Maßnahmen ergriffen werden, um sicherzustellen, dass sich die Mehrheit der Menschen und Organisationen engagiert, um die notwendigen Veränderungen vorzunehmen und die politischen Ziele zu erreichen. Im Gegensatz zum Vereinigten Königreich hat Deutschland bisher keine statistisch relevante LMA-Reduzierung erreicht. Im Jahr 2012 betragen die LMA der Haushalte in Deutschland etwa 82 kg/(E*a) und sind bis 2019 auf dem gleichen Niveau geblieben (Leverenz 2021). Es gilt jedoch zu beachten, dass britische Haushalte immer noch deutlich mehr LMA wegwerfen als deutsche Verbrauchende, obwohl sie ihre Menge seit 2007 um etwa 24 % reduziert haben. In Anbetracht dieser Tatsachen stellt sich die Frage, ob bewusstseinsbildende Kampagnen und Initiativen in Deutschland eine ähnlich positive Wirkung wie in Großbritannien haben würden. Die LMA-Reduzierung in deutschen Haushalten könnte sich daher schwieriger gestalten als in Großbritannien, da die LMA-Mengen bereits auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau liegen. Die möglichen Auswirkungen verbraucherbezogener Maßnahmen in Deutschland müssen daher noch untersucht und bewertet werden, insbesondere im Hinblick auf die Realisierbarkeit der politischen Ziele.

10.1.2 Priorisierung von Maßnahmen anhand ihrer Wirtschaftlichkeit

Laut dem Modell von Campoy-Muñoz et al. (2017) verursacht die Entstehung von vermeidbaren LMA in Deutschland erhebliche volkswirtschaftliche Verluste in Höhe von rund 30 Mrd. Euro pro Jahr. Um die ökologische und ökonomische Effizienz von Maßnahmen zur Reduzierung von LMA zu erhöhen, empfiehlt die Literatur deshalb eine Priorisierung von Vermeidungsstrategien (Goossens et al. 2019). Um durch die Reduzierung von LMA wirtschaftliche und ökologische Vorteile zu erzielen, sind Investitionen in Form von Zeit und Geld erforderlich. Für Unternehmen ist es daher besonders wichtig, dass der Nutzen von Maßnahmen zur LMA-Reduzierung die damit verbundenen Kosten übersteigt (Parry et al. 2020). Huppé & Ishikawa (2005) stellten einen analytischen Ansatz vor, der das Prinzip der wirtschaftlichen Effizienz als Instrument zur Bewertung der Nachhaltigkeit nutzt und eine empirische Beziehung zwischen Umweltkosten und Umweltauswirkungen bei wirtschaftlichen Aktivitäten aufzeigt. Zu diesem Zweck liefert die Kombination von Lebenszyklusanalyse und Lebenszykluskostenrechnung geeignete Informationen für Unternehmen (Gabriel & Braune 2005). Diese Methode wird auch in der Umweltforschung auf makroökonomischer Ebene eingesetzt, um die wirtschaftlichen

Auswirkungen von LMA für ganze Länder zu bewerten. Ein anderer Ansatz ist die Priorisierung von Reduktionsstrategien auf der Grundlage des Konzepts der nachhaltigkeitsbasierten Optimierung. Cristóbal et al. (2018) stellten dieses Modell vor und nutzten das Prinzip der Pareto-Optimierung, um die Vermeidungsmaßnahmen mit den höchsten Umweltauswirkungen zu ermitteln. Ein wichtiger Bestandteil ihres Modells ist ein Pareto-Prinzip, das verschiedene Szenarien von Reduktionsmaßnahmen kombiniert, um den Umweltnutzen entsprechend den individuellen Budgets zu maximieren. Cristóbal et al. (2018) kamen zu dem Schluss, dass Entscheidungsträger Strategien und Reduktionsziele bevorzugen sollten, die in erster Linie auf das Niveau der Umweltauswirkungen und nicht auf die Verringerung der Masse abzielen. Darüber hinaus formulierten Cristóbal et al. (2018) einige allgemeine Empfehlungen. Demnach sollten ausgewählte Maßnahmen stets priorisiert werden, da mit ihnen schnelle Erfolge erzielt werden können und mit geringem Kostenaufwand hohe Umweltbelastungen vermieden werden können (z. B. Kampagnen zur Verbraucheraufklärung, Abfallmessungen, digitale Messsysteme, standardisierte Datenetikettierung, kleinere Teller, tablettlose Buffetausgabe, verbessertes Waren- und Kühlkettenmanagement, Optimierung der Produktionslinien, standardisierte Spendenregelung und Tierfutter). Parry et al. (2020) beleuchteten einen weiteren Aspekt und stellten fest, dass die Größe des Unternehmens eine wichtige Rolle für die Entwicklung von Strategien spielt. So können größere Lebensmittelunternehmen zweifelsohne einen erheblichen Einfluss ausüben, aber kleine Unternehmen benötigen andere Arten von Unterstützung, die ihnen auf geeignete Weise zugänglich gemacht werden muss. Kleinere Unternehmen könnten beispielsweise ihre LMA mit Hilfe von Methoden der Selbstberichterstattung dokumentieren, sind aber oft dadurch eingeschränkt, dass es an Fachkräften fehlt, die die Messungen und Abfallanalysen durchführen könnten. Papargyropoulou et al. (2016) stellen ein anderes und stark praxisorientiertes Konzept der wirtschaftlichen Effizienz vor, das die Beziehung zwischen dem wirtschaftlichen Wert der LMA und ihrer Menge ausdrückt. Die Autoren berechneten wirtschaftliche Effizienzkennzahlen, indem sie die Produktpreise ausgewählter Lebensmittelprodukte mit ihrer Menge an LMA in Beziehung setzten. Die von Papargyropoulou et al. (2016) vorgeschlagene Methode könnte Unternehmen dabei helfen, die Prozesse in ihrem Lebensmittelmanagement zu bewerten und Strategien zur Verringerung der LMA zu priorisieren.

10.1.3 Handlungsempfehlungen des Joint Research Centre der Europäischen Kommission

Die 2016 eingerichtete Europäische Plattform für Lebensmittelverluste und -verschwendungen soll alle Akteure dabei unterstützen, Maßnahmen zur Vermeidung von LMA zu definieren, bewährte Verfahren auszutauschen und die im Laufe der Zeit erzielten Fortschritte zu bewerten. Das Joint Research Centre (JRC) der EU-Kommission hat Empfehlungen für die Bewertung von Maßnahmen zur LMA-Vermeidung und für die Bewertung der Wirksamkeit und Effizienz solcher Maßnahmen ausgesprochen (Cerdeira et al. 2019). Die Basis der Empfehlungen bildet eine umfassende Analyse und Bewertung bestehender Maßnahmen in Europa. Die wichtigsten Empfehlungen des JRC werden in diesem Kapitel kurz zusammengefasst. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um die Ergebnisse einer Umfrage der Mitglieder der EU-Plattform für Lebensmittelverluste und -verschwendungen. Das JRC analysierte Datensätze zu insgesamt 91 Maßnahmen, die von verschiedenen Akteuren (Nichtregierungsorganisationen, lokale Behörden, Unternehmen usw.) übermittelt wurden, zzgl. acht weitere Maßnahmen aus der Literatur. Die Maßnahmen wurden u. a. in folgende Gruppen unterteilt:

- **Weitergabe und Umverteilung** von LM für den menschlichen Verzehr: Aktionen, die auf die Umverteilung überschüssiger für den menschlichen Verzehr geeigneter LM abzielen (vgl. Tabelle 31),

- ▶ **Änderung des Verbraucherverhaltens:** Maßnahmen zur Förderung einer Verhaltensänderung bei den Verbrauchenden, um die Entstehung von LMA zu verringern (vgl. Tabelle 32) und
- ▶ **Verbesserung der Effizienz der Wertschöpfungskette:** Maßnahmen, die zu einer Steigerung der Effizienz der LMK führen, indem entweder auf die Prozesse, die Produkte oder die Verpackungen eingewirkt wird, um die Reduzierung von LMA zu fördern (vgl. Tabelle 33).

Das Ziel einer Vermeidungsmaßnahme sollte laut JRC nach dem so genannten "SMART"-Prinzip definiert werden (**S**pezifisch, **M**essbar, **A**usführbar, **R**elevant, **T**erminiert) und wenn möglich, sollten die Wirkungen der Maßnahme auf das LMA-Aufkommen im Mittelpunkt stehen (d. h., sie sollten eine greifbare Veränderung, die nach der Maßnahme eingetreten ist, wie z. B. eine Verringerung der in den Haushalten anfallenden LMA bezifferbar machen). Das JRC empfiehlt nachdrücklich, mit Leistungsindikatoren (Key Performance Indicators – **KPIs**) zur Bewertung von Vermeidungsmaßnahmen zu arbeiten. Die nachfolgenden Tabellen enthalten eine Liste der vorgeschlagenen KPIs, die zur Bewertung der Effektivität und Effizienz der Vermeidungsmaßnahmen von LMA je nach Art der Maßnahme verwendet werden können (vgl. Tabelle 31, Tabelle 32 und Tabelle 33).

Tabelle 31: Vorschläge und Empfehlungen für „Key Performance Indicators“ zur Messung der Wirksamkeit und Effizienz von Maßnahmen des Typs „Weitergabe und Lebensmittelpenden“ – aus dem Bericht des Joint Research Centre der Europäischen Kommission 2019

Kriterium	Bezugsgröße	Beispiele für Key Performance Indicators	Monitoring-Ansatz
Effektivität		Menge der weitergegebenen bzw. wiederverwendeten Lebensmittel Anzahl der erreichten bedürftigen Personen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zielsetzung (Beispiele) <ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Menge der umverteilten Lebensmittel bis 2025 um 20 % gegenüber dem Ausgangswert von 2020 • Erhöhung der Anzahl der erreichten bedürftigen Personen um 20 % bis 2025 gegenüber dem Basisjahr 2020 • Erhöhung der Anzahl der Spender um 20 % bis 2025 im Vergleich zum Basisjahr 2020 • Erhöhung der Menge an umverteiltem überschüssigem Gemüse um 20 % bis 2025 gegenüber dem Basisjahr 2020 2. Monitoring der Key Performance Indicators im zeitlichen Verlauf, um den Fortschritt bei der Erreichung des Ziels zu verfolgen
Effizienz	Lebensmittelabfall	Gesamtmenge der vermiedenen Lebensmittelabfälle im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berechnung der gesamten Lebensmittelabfälle, die durch die Aktion vermieden werden
	Ökonomie	Ökonomischer Nutzen im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme	<ol style="list-style-type: none"> 2. Schätzung des damit verbundenen wirtschaftlichen Nutzens und der ökologischen Einsparungen
	Ökologie	Ökologischer Nutzen im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme	<ol style="list-style-type: none"> 3. Messung der Key Performance Indicators im Zusammenhang mit dem sozialen Bereich und der Öffentlichkeitsarbeit
	Soziales	Anzahl gespendeter Mahlzeiten im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme Anzahl erreichter Bedürftiger im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme Anzahl geschaffener Arbeitsplätze im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme Nährwert gespendeter Lebensmittel im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme	<ol style="list-style-type: none"> 4. Ermittlung der verschiedenen für jede Bezugsgröße der definierten Key Performance Indicators
	Reichweite	Anzahl der Spender im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme Anzahl der Presseberichte im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme	

Quelle: Caldeira et al. 2019

Tabelle 32: Vorschläge und Empfehlungen für „Key Performance Indicators“ zur Messung der Wirksamkeit und Effizienz von Maßnahmen des Typs „Änderung des Verbraucherverhaltens“ – aus dem Bericht des Joint Research Centre der Europäischen Kommission 2019

Kategorie	Kriterium	Bezugsgröße	Beispiele für Key Performance Indicators	Monitoring-Ansatz
A Maßnahmen, die eine Messung der Abfallmenge beinhalten	Effektivität		Haushalte: Pro-Kopf-Aufkommen an Lebensmittelabfällen in einem Jahr (a) Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen: Lebensmittelabfälle pro Anzahl der servierten Mahlzeiten (b)	1. Zielsetzung, zum Beispiel. Reduzierung der Lebensmittelabfälle um 20 % pro Mahlzeit oder pro Kopf in einem Jahr, bis 2025 im Vergleich zum Referenzjahr (zum Beispiel 2020). Für diese Art von Maßnahmen können Wirkungsziele definiert werden 2. Monitoring der Key Performance Indicators im zeitlichen Verlauf, um den Fortschritt bei der Erreichung des Ziels zu verfolgen
		Lebensmittelabfall	Gesamtmenge der vermiedenen Lebensmittelabfälle im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme	1. Berechnung der gesamten Lebensmittelabfälle, die durch die Aktion vermieden werden 2. Schätzung des damit verbundenen wirtschaftlichen Nutzens und der ökologischen Einsparungen 3. Ermittlung der verschiedenen für jede Bezugsgröße der definierten Key Performance Indicators
	Effizienz	Ökonomie	Ökonomischer Nutzen im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme	
		Ökologie	Ökologischer Nutzen im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme	
			Anteil der Personen, die von der Kampagne erfahren haben Anteil der Personen, die ihr Verhalten aufgrund der Kampagne verändert haben	1. Zielsetzung, zum Beispiel 50 % der Personen in der Zielgruppe sollten bis 2025 über die Kampagne informiert sein. Für diese Art von Maßnahmen können nur Zielvorgaben definiert werden. 2. Monitoring der Key Performance Indicators im zeitlichen Verlauf, um den Fortschritt bei der Erreichung des Ziels zu verfolgen
B Maßnahmen, die eine Messung der Bewusstseins- steigerung oder Verhaltensänderung beinhalten	Effektivität		Anzahl der Personen, die durch die Kampagne erreicht wurden, im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme	1. Berechnung der Gesamtzahl der Personen, die auf die Kampagne aufmerksam geworden sind und ihr Verhalten seitdem geändert haben (basierend auf den Ergebnissen der Umfrage und deren Grundgesamtheit)
		Reichweite Sensibilisierung	Anzahl der Personen, die die Kampagne wahrgenommen haben, im Verhältnis zu Kosten der Maßnahme	2. Monitoring der Key Performance Indicators im zeitlichen Verlauf, um den Fortschritt bei der Erreichung des Ziels zu verfolgen
	Effizienz	Verhaltens- änderung	Anzahl der Personen, die Verhaltensänderungen zeigen, im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme	

Quelle: Caldeira et al. 2019

Tabelle 33: Vorschläge und Empfehlungen für „Key Performance Indicators“ zur Messung der Wirksamkeit und Effizienz von Maßnahmen des Typs „Effizienz in der Wertschöpfungskette“ – aus dem Bericht des Joint Research Centre der Europäischen Kommission 2019

Kategorie	Kriterium	Bezugsgröße	Beispiele für KPI	Monitoring-Ansatz
A Technische Maßnahmen – Prozessoptimierung, Innovationen, etc.	Effektivität		Primärproduktion und Verarbeitung: Lebensmittelabfälle pro erzeugtem Produkt in kg (a) Einzelhandel: Lebensmittelabfälle pro verkauftem Produkt in kg (b) Verpflegungsdienstleistungen: Lebensmittelabfälle pro servierte Mahlzeit (c)	1. Zielsetzung, zum Beispiel Reduzierung der Lebensmittelabfälle um 20 % pro Mahlzeit oder pro Kopf in einem Jahr, bis 2025 im Vergleich zum Referenzjahr (zum Beispiel 2020). Für diese Art von Maßnahmen können Wirkungsziele definiert werden. 2. Monitoring der Key Performance Indicators im zeitlichen Verlauf, um den Fortschritt bei der Erreichung des Ziels zu verfolgen
			Lebensmittelabfall	1. Berechnung der gesamten Lebensmittelabfälle, die durch die Aktion vermieden werden 2. Schätzung des damit verbundenen wirtschaftlichen Nutzens und der ökologischen Einsparungen 3. Ermittlung der verschiedenen für jede Bezugsgröße der definierten Key Performance Indicators
			Ökonomie	Ökonomischer Nutzen im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme
	Effizienz		Ökologie	Ökologischer Nutzen im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme
				1. Zielsetzung, zum Beispiel Einbeziehung von 800 Restaurants bis 2025. Für diese Art von Maßnahmen können nur Zielvorgaben definiert werden. 2. Monitoring der Key Performance Indicators im zeitlichen Verlauf, um den Fortschritt bei der Erreichung des Ziels zu verfolgen
			Effektivität	Anzahl der Unternehmen, die an der Initiative teilnehmen Anzahl der Unternehmen, die Lebensmittelabfälle erfassen Anzahl der Unternehmen, die Lebensmittelabfälle berichten
B Informative Maßnahmen – Beratungen, Schulungen etc.	Effizienz	Reichweite	Anzahl der Unternehmen, die an der Initiative teilnehmen, im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme Anzahl der Unternehmen, die Lebensmittelabfälle erfassen, im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme Anzahl der Unternehmen, die Lebensmittelabfälle berichten, im Verhältnis zu den Kosten der Maßnahme	1. Berechnung der Gesamtzahl der Unternehmen, die an der Initiative teilnehmen, und ihre Lebensmittelabfälle erfassen und berichten 2. Monitoring der Key Performance Indicators im zeitlichen Verlauf, um den Fortschritt bei der Erreichung des Ziels zu verfolgen

Quelle: Caldeira et al. 2019

10.1.4 Lebensmittelabfälle auf Verbraucherebene: Faktoren und Verhaltensdissonanzen

Um Lösungen zur Verringerung der LMA zu finden, müssen mögliche Instrumente und damit verbundene Faktoren ermittelt und verstanden werden. LMA auf Verbraucherebene entstehen unter anderem bei der Handhabung, Lagerung und Zubereitung oder als Reste auf dem Teller oder bei Buffets. Dementsprechend empfehlen Hübsch & Adlwarth (2017), das Bewusstsein der Konsumenten für den richtigen Umgang mit LM und deren Lagerung und Zubereitung zu steigern. Visschers et al. (2016) zeigten, dass verschiedene Faktoren für die Lebensmittelverschwendungen in Haushalten relevant zu sein scheinen. Die wichtigsten Einflussfaktoren hängen eher mit persönlichen Einstellungen und weniger mit subjektiven Normen⁴⁶ zusammen, wie z. B. LM nicht aus ethischen Gründen wegzuwerfen (Visschers et al. 2016). Die Einstellung der Verbrauchenden zur Entsorgung von LM und zu den gesundheitlichen Risiken des Verzehrs von Speiseresten scheint zudem in einem gewissen Konflikt zu stehen (Evans 2011). Dementsprechend führt die Motivation des Einzelnen, LMA zu vermeiden, nicht zwangsläufig zu einem folgerichtigen Verhalten, was in der Fachliteratur als Verhaltensdissonanz („intention-behavior gap“) bekannt ist (Sheeran & Webb 2016). Verbraucherumfragen haben gezeigt, dass die Befragten dazu neigen, soziale Erwartungshaltungen zu erfüllen, d.h. keine LM zu verschwenden (Stancu et al., 2016; Stefan et al. 2013). Auch bei der Selbststeinschätzung zeigten die Befragten eine Voreingenommenheit, die dazu führte, dass sie ihr Lebensmittelabfallaufkommen signifikant geringer einschätzten als die tatsächlich entstehende Menge (Abeliotis et al. 2014; Delley & Brunner 2018). Daher müssen Sensibilisierungskampagnen wie die Initiative "Zu gut für die Tonne!" individuelle Voreingenommenheiten und Diskrepanzen zwischen Absicht und Verhalten überwinden, um Verhaltensänderungen bei den Verbrauchern auszulösen. Laut Moussaoui & Desrichard (2016) liegen weitere Schwierigkeiten in der großen Kluft zwischen kleinen Einzelmaßnahmen und hochgesteckten Zielen wie der "Halbierung der weltweiten Lebensmittelverschwendungen". Bestimmte Ansätze zur sozialen Beeinflussung scheinen jedoch Verhaltensänderungen über Kommunikationskanäle wie soziale Netzwerke oder öffentliche Verpflichtungen wirkungsvoll anzuregen. Dasselbe gilt für persönliche Interventionen, die jedoch einen relativ hohen personellen und finanziellen Aufwand erfordern (Abrahamse & Steg 2013).

10.1.5 Initiativen zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen in Haushalten

In der Literatur wird berichtet, dass bewusstseinsbildende Informationen, die in Form von Broschüren verbreitet werden, keinen direkten Einfluss auf das Entsorgungsverhalten der Verbraucher haben (Shaw et al. 2018; Smith et al. 2014). Aufklärungskampagnen berücksichtigen bei der Gestaltung von Informationsmaterial oder Maßnahmen häufig nicht die individuellen Merkmale der Zielgruppe (Schmidt 2016). Dies kann dazu führen, dass sich die Empfänger überfordert fühlen oder weniger motiviert sind, diese Informationen zu verarbeiten, insbesondere, wenn die meisten davon für sie nicht relevant sind. Schmidt (2016) empfahl daher, dass Initiativen ihre Informationen personalisieren sollten, z. B. durch die Verbreitung von Informationen über Kanäle wie soziale Medien oder elektronische Newsletter, die sich an bestimmte Gruppen richten (Young et al. 2017). Hierfür ist es wichtig, die Selbstwahrnehmung des Einzelnen besser zu verstehen, was zum Beispiel durch repräsentative Verbraucherumfragen erreicht werden kann, wie sie kürzlich von der Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen mbH (forsa) in Deutschland durchgeführt wurden. Forsa befragte 1.230 zufällig ausgewählte Personen, die älter als 14 Jahre waren. Bei dieser Verbraucherumfrage gaben 7 % der Befragten an, mehrmals pro Woche LM wegzuwerfen. Jeder

⁴⁶ Subjektive Normen werden in diesem Zusammenhang als ein wahrgenommener sozialer Druck, ein Verhalten auszuführen, assoziiert (Ajzen 1985).

Fünfte warf einmal pro Woche (19 %), mehrmals im Monat (19 %) oder einmal im Monat (18 %) LM weg. Jüngere Befragte warfen deutlich häufiger LM weg als ältere Befragte. Neun von zehn Personen (91 %) gaben an, in letzter Zeit Informationen zu diesem Thema aus den Medien erhalten zu haben. Von den Befragten, die in letzter Zeit über die Medien etwas über Lebensmittelverschwendungen in Deutschland gehört hatten, gaben 18 % an, dass sie deutlich weniger LM wegwerfen, seit sie von diesem Thema erfahren haben (forsa 2019). Die persönliche Einschätzung, weniger zu entsorgen, unterliegt jedoch vermutlich einer verzerrten Wahrnehmung, da aktuelle Studien zu LMA in Deutschland zeigen, dass die Menge in den Haushalten seit 2012 nicht zurückgegangen ist (Schmidt et al. 2019).

Dem hingegen ergab eine Dissertation an der USTUTT eine positive Einschätzung über die Auswirkungen von Maßnahmen und Interventionen auf Verbraucherebene, d. h. in Haushalten und Gaststätten sowie Verpflegungsdienstleistungen. Die Ergebnisse zeigen, dass die politischen Ziele zur Vermeidung von LMA auf Verbraucherebene erreichbar sind und sogar übertroffen werden können. Die beobachteten Verhaltensänderungen in den Pilothaushalten führten sowohl zu Verbesserungen bei der Planung und Zubereitung der Mahlzeiten als auch bei den Einkaufsgewohnheiten und der Lagerung von LM. In Hotels waren vor allem einfache und kleine Änderungen in den täglichen Küchenabläufen erfolgreich, wie etwa die bedarfsgerechte Nachfüllung des Buffets und Verwendung kleinerer Servierplatten für die Präsentation der Speisen (Leverenz 2021).

10.1.6 Reduzierungsmaßnahmen in Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen

In einer Literaturübersicht über LMA auf Verbraucherebene untersuchten Reynolds et al. (2019) Maßnahmen zur LMA-Reduzierung hinsichtlich ihrer Wirksamkeit. Die meisten in der Literatur gefundenen Interventionen wurden als Fallstudien durchgeführt und ihre Ergebnisse waren aufgrund von Einschränkungen im Versuchsdesign oder aufgrund der individuellen Natur der angewandten Maßnahmen oft nicht verallgemeinerbar. Die überprüften Fallstudien, die die höchste Wirksamkeit zeigten sowie weitere Erkenntnisse aus der neueren Literatur werden nachfolgend kurz vorgestellt (Reynolds et al. 2019). Kallbekken and Sælen (2013) setzten beispielsweise zwischen Juni und August 2012 in 52 Restaurants einer norwegischen Hotelkette "Nudges" (kleine Denkanstöße) ein, um den Tellerabfall zu reduzieren. Die teilnehmenden Hotelrestaurants reduzierten die Menge der LMA um etwa 20 %, indem sie kleinere Tellergrößen verwendeten und den Gästen an den Buffets Informationen über die Vermeidungsziele von LMA bereitstellten. Bei einem anderen Ansatz wurden den Gästen (ca. 540 Teilnehmer) einer Universitätsmensa während des Sommersemesters 2011 (sechswöchige Studie) handschriftliche Nachrichten mit bewusstseinsbildenden Informationen übermittelt. Die Gäste wurden aufgefordert, ihre Teller nicht zu voll zu machen, was zu einer Verringerung der Reste um etwa 15 % der Masse führte (Whitehair et al. 2013). Wansink & van Ittersum (2013) beobachteten das Gästerverhalten in vier chinesischen Restaurants in New York und Pennsylvania mit All-you-can-eat-Buffets und stellten fest, dass je größer der Teller oder die Servierplatte ist, desto mehr Menschen dazu neigen, sie zu überfüllen. Die Gäste nahmen 52 % mehr Essen auf größeren Tellern zu sich als diejenigen, die kleinere Teller wählten, verzehrten 45 % mehr Essen und verursachten 135 % mehr Speisereste (Wansink & van Ittersum 2013). Außerdem zeigen mehrere Feldstudien aus den USA, dass die Menschen mehr LM verschwenden, wenn sie auf Einwegtellern essen und nicht auf Porzellantellern (Williamson et al. 2016). Im Jahr 2010 verglichen Thiagarajah & Getty (2013) die LMA-Mengen in einer Universitätsmensa vor und nach der Einführung eines tablettenlosen Serviersystems über einen Stichprobenzeitraum von fünf aufeinanderfolgenden Wochentagen für jede Stichprobe. Das Ergebnis war eine Reduzierung der festen LMA um 18,4 % und der flüssigen LMA um 6,8 %. Zwischen 2012 und 2014 untersuchten Schwartz et al. (2015) den Lebensmittelkonsum und die

LMA in 12 US-amerikanischen Schulen der Mittelstufe in einem städtischen einkommensschwachen Schulbezirk. Nach der Einführung besserter Ernährungsrichtlinien im Schuljahr 2012/2013 wurde insgesamt weniger Abfall auf den Tellern festgestellt, was darauf hindeutet, dass Strategien zur Verringerung des Abfalls von einer gesunden Ernährung profitieren können. 2016 wurde in einer deutschen Feldstudie die Lebensmittelverschwendungen in 11 Schulkantinen über einen Stichprobenzeitraum von zehn Tagen quantifiziert. Daraufhin wurden das Lebensmittelmanagement und die Menüplanung verbessert, was zu einer LMA-Verringerung zwischen 14 % und 48 % führte. Die erzielten Reduzierungen wiesen eine relativ große Bandbreite auf, die sich durch individuelle Potenziale zur Abfallreduzierung, aber auch durch statistische Unsicherheiten im Zusammenhang mit dem Studiendesign erklären lassen (Waskow et al. 2019). Clowes et al. (2018) analysierten Daten von 42 Hotelstandorten in 15 Ländern, welche die LMA-Mengen über einen Zeitraum von drei Jahren dokumentierten. Demnach konnten die Hotels die LMA-Menge über einen Zeitraum von zwölf Monaten um etwa 21 % reduzieren. Darüber hinaus legten Clowes et al. (2019) einen Bericht über 114 Restaurants aus zwölf Ländern vor, die die LMA nach dem ersten Jahr um etwa 26 % und nach dem dritten Jahr der Untersuchung um etwa 56 % reduzierten. Zu den wichtigsten Strategien zur Verringerung der LMV sowohl in Hotels als auch in Restaurants gehörten Maßnahmen wie Personalschulungen, die Umgestaltung von Buffets, die Minimierung der Überproduktion, das Überdenken von Lagerbestands- und Einkaufspraktiken und die Spende überschüssiger LM (Clowes et al. 2018; Clowes et al. 2019). Darüber hinaus empfehlen Eriksson et al. (2017), dass jede gastronomische Küche individuelle Messungen durchführen sollte, um spezifische Potenziale zu ermitteln und entsprechende Maßnahmen zur LMA-Reduzierung zu entwickeln. Heikkilä et al. (2016) haben zudem gezeigt, dass es von entscheidender Bedeutung ist, zu versuchen, die LMV in allen Aspekten zu reduzieren, was bedeutet, dass Reduktionsmaßnahmen auch in die Unternehmensphilosophie aufgenommen werden sollten.

10.1.7 Selbstberichterstattung: Die Messung als Maßnahme zur Reduzierung von Lebensmittelabfall auf Verbraucherebene

Der Einsatz von Messgeräten im Küchenalltag ist häufig mit einer Selbstberichterstattung verbunden, sofern die Mengen selbstständig abgewogen und dokumentiert werden. Selbstberichtsprozesse sind im Allgemeinen mit Bewusstseinsbildung verbunden und verursachen Anpassungsreaktionen, die zu Verhaltensänderungen führen (Zimmerman 2002). Empirische Untersuchungen in Haushalten haben bereits bestätigt, dass eine erhebliche LMA-Reduzierung im Rahmen von Selbstberichterstattungen erreicht werden kann (Comber & Thieme 2013; Leverenz et al. 2019; Thieme et al. 2012). Die Ergebnisse von Leverenz et al. (2019) haben beispielsweise gezeigt, dass die selbstständige Dokumentation von LMA zu einer Steigerung des Problembewusstseins und Verhaltensänderungen der Studienteilnehmenden führen kann. In den Pilothaushalten konnten die vermeidbaren LMA um etwa 57 % reduziert werden, was mit einem monetären Gegenwert von etwa 37 Euro pro Kopf und Jahr korreliert. Darüber hinaus änderten die Teilnehmenden ihr Einkaufsverhalten und verzeichneten einen Rückgang ihrer Konsumausgaben für LM von durchschnittlich etwa 341 Euro pro Einwohner und Jahr. Die Pilothaushalte erreichten somit das SDG-Ziel 12.3, d.h. eine Halbierung ihrer LMA, innerhalb weniger Wochen (Leverenz et al. 2019). Young et al. (2017) beobachteten in einer vergleichbaren Studie ebenfalls eine signifikante Verringerung der LMA in Haushalten. In Ergänzung hierzu zeigten andere Studien (Shaw et al. 2018; Smith et al. 2014), dass externe Interventionen, wie z. B. bewusstseinsbildende Informationen, nicht zu einer LMA-Verringerung führen, wenn keine selbstständige LMA-Dokumentation stattfindet. Darüber hinaus ist die LMA-Messung notwendig für die Bewertung einer Maßnahme hinsichtlich ihrer Wirksamkeit (Heikkilä et al. 2016; Silvennoinen et al. 2015). Eriksson et al. (2017) empfehlen daher eine

detaillierte Quantifizierung der Abfallmengen in jeder Küche, da die Gründe für die LMA-Entstehung sehr individuell sind und sich daraus individuelle Möglichkeiten zu deren Reduzierung ergeben können. Die Abfallanalytik bietet einen hohen Informationsgehalt, da sie den Prozess des Wiegen der weggeworfenen LM direkt an der Quelle der Herkunft verfolgt (Waskow et al. 2016). Die erfassten Daten unterstützen die weitere Optimierung des Lebensmittelmanagements und erleichtern die damit verbundenen Planungs- und Zubereitungsprozesse. In der Untersuchung von Leverenz et al. (2021) konnte durch die Selbstberichterstattung eine Verringerung der Menge an Frühstücksbuffetrückläufen in den teilnehmenden Pilotküchen um durchschnittlich 64 % erreicht werden, womit finanzielle Einsparungen in Höhe von mehr als 9.000 Euro pro Küche und Jahr verbunden waren. Diese Ergebnisse stehen im Einklang mit nicht-wissenschaftlichen Fallstudien und Erfolgsbeispielen. So präsentierte Clowes et al. (2018) Daten von 86 Gastronomiebetrieben, die über einen Zeitraum von drei Jahren durchschnittlich 44 % der LMA-Mengen und 56 % der monetären Gegenwerte reduzierten. Die Wirkung der Selbstberichterstattung führt demnach zu Änderungen der betrieblichen Arbeitsabläufe. Systeme zur LMA-Messung liefern Informationen in Echtzeit, was die Umsetzung von Maßnahmen innerhalb kurzer Zeiträume ermöglicht. Die Übertragbarkeit dieser positiven Effekte auf andere Küchen kann zu signifikanten LMA-Einsparungen im Gaststättengewerbe führen (Eriksson et al. 2017).

Technische Unterstützung zur LMA-Messung gibt es in Form verschiedener digitaler Waagen und Systeme zur LMA-Erfassung. Ausgehend von den positiven Auswirkungen der Selbstauskunft kann festgestellt werden, dass Systeme zur LMA-Erfassung relevante Informationen liefern, die zu einer erheblichen LMA-Verringerung und zu finanziellen Einsparungen führen können. Eriksson et al. (2019) fanden heraus, dass Catering-Einheiten, die digitale Tracking-Systeme anstelle von halbautomatischen oder manuellen Mitteln verwenden, mehr Daten aufzeichnen und eine etwas stärkere LMA-Reduzierung erreichen. Daher sind eine systematische Überwachung und Berichterstattung für die Bewertung von Maßnahmen und Interventionen unerlässlich. Es ist also davon auszugehen, dass die Verwendung digitaler Messgeräte das Bewusstsein des Küchenpersonals schärfen wird, da sie dem Bediener direkte Informationen liefern, die individuelle Verhaltensänderungen auslösen könnten. Die Literatur hat in nennenswertem Umfang Wissen über LMA generiert und die Vorteile von selbstberichteten Interventionen aufgezeigt. Darüber hinaus haben Fallstudien gezeigt, dass das Reduktionspotenzial im Gastgewerbe hoch ist, und die Machbarkeit der LMA-Reduzierung im Allgemeinen bestätigt. Im nachfolgenden Abschnitt werden digitale Messgeräte vorgestellt.

10.1.8 Digitale Messgeräte (Food waste tracking systems)

Automatisierte Systeme zur LMA-Messung können gastronomische Küchen bei der Quantifizierung von LMA unterstützen und werden von Unternehmen aus den Vereinigten Staaten wie „Leanpath“ oder aus Europa wie „Winnow Solutions“, „Kitro“, „eSmiley“, „Matomatic“ und „Visma“ angeboten. Die Basisfunktionen dieser Erfassungstools sind ähnlich und unterscheiden sich vor allem durch die damit verbundenen Beratungsleistungen wie Mitarbeitererschulungen oder die individuelle Entwicklung von Maßnahmen. Weitere Unterschiede beziehen sich auf optionale Funktionen, wie die visuelle Fotoerfassung und die Technologie der künstlichen Intelligenz zur automatischen LMA-Identifizierung Tabelle 34 gibt einen Überblick über einige Messgeräte, die zur LMA-Erfassung in gastronomischen Küchen eingesetzt werden können. Tracking-Systeme wie der RESOURCEMANAGER FOOD der USTUTT oder der Küchenmonitor der Verbraucherzentrale NRW sind kostenlos und werden überwiegend zur Datenerhebung für wissenschaftliche Zwecke im Rahmen von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten eingesetzt. Die kommerziellen

Systeme zur LMA-Erfassung ähneln sich hinsichtlich ihrer Funktionen und Betriebsmodi sehr, wobei einige von ihnen optionale oder erweiterte Funktionen aufweisen, wie z. B. die visuelle Erfassung von Fotos und die Technologie der künstlichen Intelligenz (vgl. Tabelle 34).

Lebensmittelmanagementsysteme wie „*Delicious Data*“ und „*Mitakus*“ verfügen zudem über Prognosemodelle zur besseren Planung und Berechnung der Lebensmittelnachfrage. Diese Softwareprogramme erstellen auf der Grundlage historischer Daten Umsatzprognosen für die Menü- und Speisenplanung. Neben dem Einsatz von Nachverfolgungssystemen und Prognosetools könnten gastronomische Küchen ihre nicht verkauften Speisen mit Hilfe von Smartphone-Anwendungen wie „*ResQ*“ oder „*Too Good To Go*“ (*ResQ Club 2019; Too Good To Go 2019*) zu einem vergünstigten Preis an umweltbewusste Verbraucher verkaufen. Eine weitere Alternative ist die Zusammenarbeit mit Wohltätigkeitsorganisationen, die z. B. Essensausgaben organisieren (*FEBA 2019; Foodsharing 2019*).

Tabelle 34: Systeme zur Erfassung von Lebensmittelabfällen in Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen: Vor- und Nachteile der Anwendungen

Tracking-Systeme	Zielgruppe	Vorteile	Nachteile
Delicious Data (Prognosesoftware) (Deutschland)	Gastgewerbe (Deutschland)	+ Absatzprognosen + Verbesserte Menüplanung + Künstliche Intelligenz	- Algorithmen müssen trainiert werden. - Data-Mining-Methoden erfordern umfassende historische Daten.
eSmiley (Waage & Software)	Gastgewerbe (Europa)	+ Maßgeschneidertes Messdesign + Individuelle Berichte und Maßnahmen + Verbessertes Lebensmittelmanagement	- Halbautomatisches Werkzeug - Datenqualität hängt vom Benutzer ab.
Kitro (Waage, Kamera & Software)	Gastgewerbe (Schweiz)	+ Vollautomatisches Gerät + Individuelle Berichte & Messungen + Visuelle Fotoerfassung + Künstliche Intelligenz	- Algorithmen müssen häufig mit Daten aus einzelnen Messungen trainiert werden.
Küchenmonitor (Webanwendung)	Schulkantinen (Deutschland)	+ Kostenfrei + Individuelle Berichte & Maßnahmen + Maßgeschneidertes Tool für Schulkantinen	- Manuelle Dateneingabe - Datenqualität hängt vom Anwender ab.
Leanpath (Waage, Kamera & Software)	Gastgewerbe (international)	+ Vollautomatisches Gerät + Visuelle Fotoerfassung + Online-Portal für Benutzer + Individuelle Berichte & Maßnahmen + Künstliche Intelligenz	- Algorithmen müssen häufig mit Daten aus einzelnen Messungen trainiert werden.
Matomatic (Waage & Software)	Gastgewerbe (Schweden)	+ Maßgeschneidertes Messdesign + Individuelle Berichte und Maßnahmen + Besseres Lebensmittelmanagement	- Halbautomatisches Werkzeug - Datenqualität hängt vom Anwender ab
Mitakus (Prognosesoftware)	Gastgewerbe (Deutschland)	+ Absatzprognosen (Lebensmittelbedarf) + Verbesserte Menüplanung + Künstliche Intelligenz	- Algorithmen müssen trainiert werden. - Data-Mining-Methoden erfordern umfassende historische Daten
RESOURCE-MANAGER FOOD (Waage & Smartphone-App)	Gastgewerbe (Deutschland)	+ Kostenfrei + Weltweit einsetzbar durch Download im Google Play Store + Individuelle Berichte & Benchmarks	- Halbautomatisches System - Datenqualität hängt vom Anwender ab.
Abfall-Analysetool (Waage & Webanwendung)	Gastgewerbe (Deutschland)	+ Online-Portal für Nutzer + Fallstudien online verfügbar + Individuelle Berichte & Maßnahmen	- Halbautomatisches System - Datenqualität hängt vom Anwender ab.
Winnow Waste Monitor (Waage, Kamera & Software)	Gastgewerbe (international)	+ Vollautomatisches Gerät + Individuelle Berichte & Maßnahmen + Fallstudien online verfügbar + Künstliche Intelligenz	- Algorithmen müssen häufig mit Daten aus einzelnen Messungen trainiert werden.

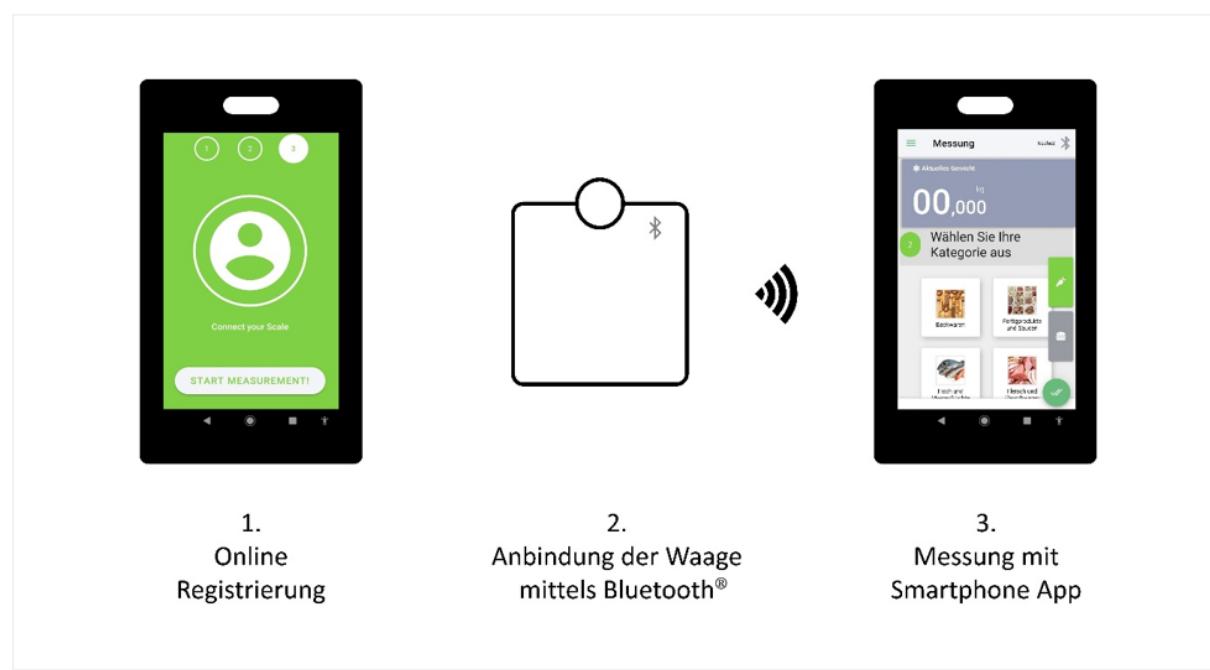
Quelle: Leverenz 2021

10.1.9 Smartphone-App „RESSOURCE-MANAGER FOOD“

Die USTUTT hat weltweit eine der ersten Smartphone-Apps zur LMA-Messung entwickelt. Damit können private und gastronomische Küchen schnell und unkompliziert ihre LMA messen und dokumentieren. Die Nutzer können sich ohne finanziellen Aufwand mit dem Messverfahren und

dessen Dokumentation vertraut machen und erhalten eine sofortige Rückmeldung über das Ausmaß der von ihnen produzierten LMA. Dies ist ein erster Schritt, um den Ansatz der Selbstberichterstattung auf ein breiteres Publikum auszuweiten, indem den Verbrauchern die Möglichkeit gegeben wird, ihre LMA mit einer einfachen Anwendung zu überwachen und zu bewerten. Für den Wiegevorgang wird eine elektronische Waage über Bluetooth® mit der Software verbunden, was eine drahtlose Datenübertragung ermöglicht (vgl. Abbildung 16). Diese Kombination zwischen elektronischer Waage und Software ermöglicht eine schnelle und einfache Installation in der Küche mit einem Tablet oder Smartphone. Die Smartphone-App steht bereits als Beta-Version im Google Play Store zum Download bereit. Die gesammelten Messdaten werden in der Cloud gespeichert und können von jedem Nutzer individuell in der Administrationsoberfläche verwaltet werden. Die Verwaltungsmöglichkeiten erlauben es Unternehmen wie Hotelketten, das System in mehreren Küchen und an verschiedenen Standorten gleichzeitig zu betreiben und die Messwerte zentral über die Cloud zu verwalten und zu überwachen. Die Smartphone-App wird ein breites Spektrum an Möglichkeiten bieten, die für die Prozessoptimierung relevanten Daten zu dokumentieren, zu berichten und zu analysieren. Dazu gehören Informationen wie Produktgewicht, Datum und Uhrzeit, Herkunftsstadt, Entsorgungsgrund, Produktkosten, monetäre Verluste, Klimawirkung (CO₂-Äquivalente), Benchmarks und Fortschrittsberichte. Der technische Fortschritt und die Weiterentwicklung des Systems sind wichtige Faktoren, die eine gute Grundlage für den späteren Scale-up (Unternehmenswachstum) darstellen.

Abbildung 16: RESOURCEMANAGER FOOD: Smartphone-App, die über Bluetooth® mit einer elektronischen Waage verbunden wird



Quelle: Kern et al. (2022)

10.1.10 Politische Instrumente: Empfehlungen des Wuppertal- und Thünen-Instituts

Das Wuppertal-Institut hat einige pragmatische Empfehlungen zur Verbesserung bestehenden Rechts- und wirtschaftlicher Steuerungsinstrumente zur LMA-Reduzierung von LMA gegeben (vgl. Abbildung 17 und Garske et al. 2020). Garske et al. (2020) empfehlen u. a. die Formulierung von ehrgeizigen mess- und sanktionierbaren LMA-Reduktionszielen im Rahmen der Kreislaufwirtschaft und des Abfallrechts sowie die Integration spezifischer Maßnahmen zur

LMA-Reduzierung in die neuen gemeinsamen EU-Agrarpolitik-Verordnungen. Darüber hinaus wurde vorgeschlagen, Hindernisse für die Verringerung der Lebensmittelverschwendungen, wie z. B. gesetzliche und private Normen, zu beseitigen, einschlägige Vorschriften der Mitgliedstaaten, wie z. B. die Datumsetikettierung, zu harmonisieren und Anreize zur Förderung von Lebensmittelpendeln zu schaffen.

Abbildung 17: Empfehlungen zur Verbesserung der bestehenden Gesetze und wirtschaftlichen Instrumente zur Bekämpfung der Lebensmittelverschwendungen (Garske et al., 2020)

International verbindliche, umweltpolitische Ziele: Art. 2(1) Pariser Abkommen, Aichi-Ziele B und C des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (+ rechtlich nicht verbindliche SDGs, insbesondere SDG 12.3)	
Rechtsbereich	Empfehlungen zur Verbesserung des bestehenden Rechts, um die Steuerwirkung bei der Lebensmittelverschwendungen zu erhöhen
Abfallrahmenrichtlinie	<ul style="list-style-type: none"> Änderung der Abfallhierarchie unter Berücksichtigung der Besonderheiten von Lebensmittelprodukten Einführung eines quantifizierten, messbaren und umsetzbaren Ziels für die Verringerung von Lebensmittelabfällen (Vgl. KPIs des JRC)
Gemeinsame Agrarpolitik (GAP)	<ul style="list-style-type: none"> Reform der GAP-Zahlungen → „öffentliches Geld für öffentliche Güter“ Reduzierung der Marktinterventionen Aufnahme spezifischer Maßnahmen zur Verringerung der Lebensmittelabfälle in die neuen GAP-Verordnungen Aufnahme der Lebensmittelabfälle als Indikator in die Fitness-Check-Bewertung der GAP
Gemeinsame Fischereipolitik (GFP)	<ul style="list-style-type: none"> Verbesserung der Selektivität in der Fischerei Einführen einer Verpflichtung zur Verwendung von nicht vermarktbarem Fisch für die Weiterverarbeitung
Verpackungen für Lebensmittelsicherheit	<ul style="list-style-type: none"> Einführung kleiner Stückzahlen und Gebindegrößen auf der Grundlage des Produktionsdatums Falls erforderlich, Verwendung von plastikfreien, wiederverwendbaren oder biologisch abbaubaren Verpackungen, um die Sicherheit und längere Haltbarkeit von Lebensmitteln zu gewährleisten
Normen, Vermarkungsstandards Kennzeichnung (Labels)	<ul style="list-style-type: none"> Abschaffung gesetzlicher und privater Normen und Vermarktsungsstandards für Lebensmittel Erweiterung der Liste der Produkte, die kein Mindesthaltbarkeitsdatum benötigen Einführung einheitlicher Bestimmungen zur Kennzeichnung / Datumsetikettierung in der EU
Containern Beseitigungsverbote Foodsharing	<ul style="list-style-type: none"> Verbot der Verschwendungen von genießbaren Lebensmitteln auf Einzelhandelsebene Unterstützung von Foodsharing-Initiativen und weiteren Initiativen der Zivilgesellschaft oder der wirtschaftlichen Unternehmen
(steuerliche) Anreize für Lebensmittelpenden	<ul style="list-style-type: none"> Hindernisse für Lebensmittelpendeln beseitigen und stattdessen Anreize schaffen Beseitigung rechtlicher Unklarheiten, z.B. hinsichtlich des Status von Initiativen wie der Tafel und anderen Organisationen Ausschöpfen der Bestimmungen des Europäischen Fonds für die Hilfe für Bedürftige Förderung der Spende von nicht vermarktbarem Fisch im Rahmen der GFP Einführung einer Verpflichtung zur Lebensmittelpende auf Einzelhandelsebene Förderung von Lebensmittelpendeln durch Lösung der Frage, wie die Mehrwertsteuer auf gespendete Lebensmittel anzuwenden ist/durch einen Mehrwertsteuersatz nahe Null
Die Empfehlungen können - bis zu einem gewissen Grad - die bestehende Gesetzgebung zur Lebensmittelverschwendungen verbessern. Angesichts der typischen Motivations- und Lenkungsprobleme können sie jedoch keinen umfassenden Wandel im Hinblick auf die Klima- und Biodiversitätsziele herbeiführen und die miteinander verknüpften Umweltprobleme angehen.	
Wirtschaftliche Instrumente als umfassende Lösung	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Emissionshandelssystem für fossile Brennstoffe und für tierische Produkte in Kombination mit Vorgaben zur Viehbestandsdichte ➤ Geeignet zur Bewältigung der vielfältigen, miteinander verknüpften Umweltprobleme und zur Erzielung höherer Preise für Lebensmittel (unter Berücksichtigung ihres ökologischen Fußabdrucks / ihrer Ressourcen- und Treibhausgasintensität) 	

Quelle: Garske et al. (2020)

Das TI hat zudem Empfehlungen zur LMA-Reduzierung in Gaststätten und Verpflegungseinrichtungen erarbeitet und kürzlich veröffentlicht (Kuntscher et al. 2022a; 2022b). Demnach ist es für die Umsetzung von Reduktionsmaßnahmen erforderlich, das Personal zu schulen, zu motivieren und in die Entwicklungen einzubeziehen sowie ein

Abfallmonitoring in den Betrieb zu integrieren. Eine ökologische wie ökonomische Bewertung der Reduktionsmaßnahmen wird ebenfalls empfohlen, um sowohl die Effektivität als auch die Effizienz von Maßnahmen festzustellen. Zudem hat das TI einige Empfehlungen für die Politik zur Unterstützung der LMA-Reduktion formuliert, zum Beispiel:

- ▶ Abfallmonitoring in Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen fördern (z. B. den Einsatz des RESOURCEMANAGER FOOD),
- ▶ Schulungsmaterial für Gastronomen sowie Küchen- und Servicepersonal entwickeln,
- ▶ Anleitung zur Maßnahmenbewertung entwickeln,
- ▶ Leitfaden zur Gastkommunikation entwickeln,
- ▶ Lieferketten prüfen, Anreize für lokale Hersteller schaffen,
- ▶ Lebensmittelabfallreduzierung gemeinsam mit gesunder Ernährung in den Lehrplänen von Schulen und Berufsschulen fest verankern,
- ▶ Das Thema LMA in den öffentlichen und sozialen Medien fördern und
- ▶ Einführung eines verpflichtenden Klimalabels für LM.

10.1.11 „Target-Measure-Act“ - Empfehlungen der Champions 12.3-Koalition

Um dabei zu helfen, SDG 12.3 in die Realität umzusetzen, schlug der globale Multi-Stakeholder-Gipfel „No More Food to Waste“ vor, eine Gruppe von Führungskräften zu bilden, die sich für das Erreichen von SDG 12.3 einsetzen. Champions 12.3 ist eine Koalition von Führungskräften aus Regierungen, Unternehmen, internationalen Organisationen, Forschungseinrichtungen, Verbänden und der Zivilgesellschaft, die sich dem Ziel verschrieben haben, Maßnahmen zu mobilisieren und den Fortschritt zur Erreichung von SDG 12.3 zu beschleunigen (Hanson 2017). Die Mitglieder der Champions 12.3-Koalition fordern Regierungen und Unternehmen weltweit dazu auf, nach dem „Target-Measure-Act“ Prinzip vorzugehen, das bedeutet:

1. Target – Ehrgeizige Ziele setzen und motiviert handeln: Regierungen und Unternehmen sollten explizite Ziele zur LMA-Reduzierung festlegen.
2. Measure – Regierungen und Unternehmen sollten ihre LMA messen, Maßnahmen ergreifen und die Fortschritte im Laufe der Zeit dokumentieren und veröffentlichen.
3. Act – Am Ende zählt nur das Handeln: Basierend auf den Messungen sollten Regierungen und Unternehmen Strategien entwickeln und umsetzen, um ihre LMA, vom Bauernhof bis hin zu den Haushalten und allem dazwischen, zu reduzieren. Nationale öffentlich-private Partnerschaften können ein effektiver Weg sein, um gemeinsam Maßnahmen zu ergreifen, pragmatische Strategien und Praktiken zu finden und alle, vom Landwirt bis zum Verbraucher, in eine gemeinsame Mission einzubeziehen.

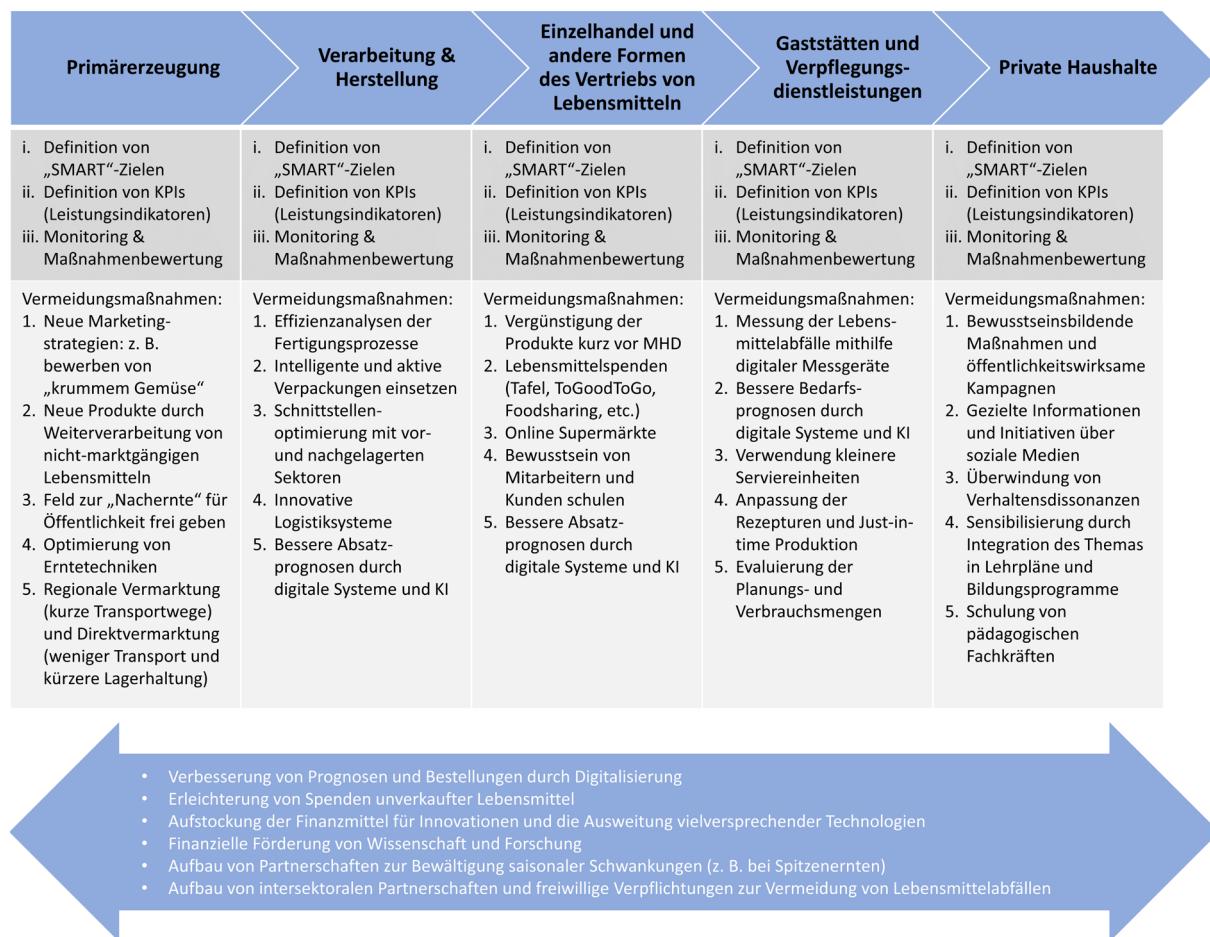
Die Handlungsempfehlungen der Champion 12.3-Koalition werden auch auf europäischer Ebene vom JRC der EU aufgegriffen und konkretisiert (Caldéira et al. 2019; Hanson & Mitchell 2017). Demnach sollen die Ziele für jede Stufe der LMK „SMART“ definiert („Target“), anhand von Leistungsindikatoren – KPIs – gemessen („Measure“) sowie die Maßnahmen einem Monitoring und einer Bewertung („Act“) unterzogen werden.

10.2 Zusammenfassung der wichtigsten Handlungsansätze und Empfehlungen

An dieser Stelle werden die wichtigsten Handlungsempfehlungen für eine LMA-Reduzierung entlang der gesamten LMK kurz zusammengefasst. Basis hierfür bilden die vorangegangene

Literaturrecherche (siehe Kapitel 10.1) sowie die Empfehlungen der Champions 12.3-Koalition und des JRC der EU. In der Abbildung 18 sind die jeweils fünf erfolgsversprechenden Maßnahmen der vorangegangenen Literaturrecherche für jede Stufe der LMK in Stichworten aufgelistet.

Abbildung 18: Zusammenfassung der Handlungsempfehlungen



Quelle: Kern et al. (2022)

10.3 Weiterer Forschungsbedarf bezüglich der Maßnahmen zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen

Laut der Champions 12.3-Koalition ("Target-Measure-Act") ist die Messung und Berichterstattung über das LMA-Aufkommen eine wichtige Basis für die Ableitung und Umsetzung von Maßnahmen. Schwierigkeiten bestehen allerdings hinsichtlich der Interpretation von Trends und der Identifizierung von Einflussfaktoren auf die Gesamtsituation. Wissensbasierte (Re-)Aktionen sind für den Monitoring-Prozess unerlässlich, weshalb Hanson & Mitchell (2017) sowie Caldeira et al. (2019) die Notwendigkeit der Förderung von Forschungsaktivitäten betonen, um bestehende Wissenslücken zu schließen und Innovationen zu fördern.

Darüber hinaus besteht künftiger Forschungsbedarf insbesondere hinsichtlich der Umsetzung und Bewertung von Maßnahmen zur Vermeidung von LMA sowie der Bewertung von wirtschaftlichen und regulatorischen Instrumenten (Goossens et al. 2019; Priefer et al. 2016). Stöckli et al. (2018) konstatierten, dass es sich bei den meisten in Europa durchgeföhrten

Reduzierungsmaßnahmen um weiche Instrumente wie Sensibilisierungskampagnen, runde Tische, Netzwerke und Informationsplattformen handelt. Die beliebteste Art der Intervention zur LMA-Reduzierung in Haushalten sind beispielsweise Informationsmaßnahmen, obwohl sie oft nicht zum gewünschten Ergebnis führen. In der Literatur mangelt es an Belegen für die Wirksamkeit von Interventionen, die sich auf Maßnahmen zur LMV-Reduzierung auf Verbraucherebene konzentrieren. In Anbetracht dieser Sachlage sollten weitere Interventionsmöglichkeiten untersucht werden (Stöckli et al. 2018).

Laut einer veröffentlichten Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2019 werden in der Literatur Initiativen wie Kochkurse, Kühlschränkkameras, Food-Sharing-Apps, Werbeaktionen und Informationsaustausch gefördert und empfohlen, aber es gibt nur wenige oder gar keine stichhaltigen Beweise für deren Wirksamkeit (Reynolds et al. 2019). Die Autoren der Studie bezeichneten diese Situation als besorgniserregend, da die Empfehlungen als erfolgreiche Ansätze dargestellt werden. Abgesehen von einigen wenigen Studien gibt es jedoch keine reproduzierbaren quantifizierten Nachweise, die deren Glaubwürdigkeit gewährleisten. Reynolds et al. (2019) erklärten ferner, dass mehr Längsschnitt- und Interventionsstudien erforderlich sind, um den Stand der Forschung zu fundieren. Als zentrales Ergebnis ihrer Literaturauswertung wurde folglich eine erhebliche Wissenslücke festgestellt, was bedeutet, dass es schwierig ist, evidenzbasierte Entscheidungen zu treffen, um LMA effektiv auf Verbraucherebene zu vermeiden oder zu reduzieren. Goossens et al. (2019) bestätigten, dass viele der vorgeschlagenen Reduktionsmaßnahmen in Bezug auf ihre wirtschaftlichen, ökologischen oder sozialen Bewertungen unvollständig sind und dass die Effizienz nur selten berechnet wird. Dies führt zu einer gewissen Komplexität für Praktiker und Entscheidungsträger, wenn es darum geht, Maßnahmen nach ihrer Effizienz zu unterscheiden und sie für künftige Umsetzungen zu priorisieren (Goossens et al. 2019). Die Literatur, auf die in diesem Abschnitt verwiesen wird, bietet einen chronologischen Überblick über die wichtigsten wissenschaftlichen Veröffentlichungen und Übersichtsarbeiten, die sich mit Maßnahmen zur LMA-Reduzierung befassen. Demnach hat die LMA-Forschung in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Dennoch beruhen die meisten Erkenntnisse aus der Literatur auf Ergebnissen von Fallstudien mit kurzen Untersuchungszeiträumen und lassen sich nur bedingt verallgemeinern. Insbesondere mangelt es an Erkenntnissen zu Vermeidungsmaßnahmen, da deren Auswirkungen selten über längere Zeiträume untersucht oder ihre Wirksamkeit gar nicht bewertet werden.

Darüber hinaus entstanden durch die anhaltende globale Covid-19 Pandemiesituation neue Herausforderungen. So müssen beispielsweise etablierte Prozesse und Verfahren an die Anforderungen strengerer Hygienekonzepte angepasst werden. Dementsprechend ist die Übertragbarkeit bereits umgesetzter Maßnahmen und erzielter LMA-Reduzierungen vor dem Hintergrund neuer Hygienekonzepte und veränderter Verbrauchergewohnheiten zu prüfen. Angesichts der anhaltenden dynamischen Veränderungen in den Verpflegungssystemen steht die Forschung vor mehreren Herausforderungen und Aufgaben, die in zukünftigen Studien angegangen werden müssen. Weitere Forschung ist beispielsweise erforderlich, um die Auswirkungen der globalen Pandemie auf die Lebensmittelverschwendungen in der gesamten LMK zu quantifizieren und zu bewerten.

11 Erkenntnisse und Schlussfolgerungen

Zielsetzung des Forschungsvorhabens ist die Erarbeitung des ersten Berichts an die EU-Kommission zu LMA für das BJ 2020. Das StBA übermittelte die Ergebnisse (einschließlich Qualitätskontrollbericht) entsprechend den EU-Vorgaben zum 30. Juni 2022 an die EU-Kommission. Darüber hinaus sollten in diesem Forschungsvorhaben Vorschläge zur Optimierung der Berichterstattung erarbeitet sowie Instrumente und Maßnahmen zur weiteren Reduzierung von LMA aufgezeigt werden. Zudem sollte die Ableitung belastbarer Anteile von LMA mit Hilfe von AKO für die Abfallschlüssel, die LMA enthalten können, ermittelt werden.

Die Ermittlung der AKO und der eigenkompostierten LMA sowie das Aufzeigen von Handlungsempfehlungen zur Reduzierung von LMA erfolgte durch einen Unterauftrag innerhalb des Forschungsprojekts. Diese Aufgaben hat ein Konsortium – bestehend aus dem Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH (WI), ARGUS-Statistik und Informationssysteme in Umwelt und Gesundheit GmbH (ARGUS), dem Institut für Abfall, Abwasser und Infrastruktur-Management GmbH (INFA) und dem Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft der Universität Stuttgart (USTUTT) – übernommen.

Nachfolgend werden die wichtigsten Erkenntnisse und Schlussfolgerungen des Forschungsvorhabens zusammengefasst dargestellt.

Datenbasis

Die Datenbasis des MLMA basiert auf nationalen, amtlichen Statistiken mit gesetzlicher Auskunftspflicht. Aufgrund ihrer gesetzlichen Verankerung, ihrer regelmäßigen Durchführung und ihres hohen Qualitätsstandards besitzen die für die Berechnung des MLMA verwendeten nationalen, amtlichen Statistiken eine hohe Zuverlässigkeit und Aussagekraft.

Bei der Datenbasis für das MLMA handelt es sich überwiegend um jährliche Vollerhebungen. Daher sind Konsistenz, Zuverlässigkeit und Zeitreihenfähigkeit der Daten gegeben.

Modifikationen: Verteilung der Abfälle und Geschäftsmüll

Zwecks bestmöglicher Erfüllung der europäischen Berichtspflicht wurde die Datenbasis hinsichtlich der nationalen Gegebenheiten modifiziert.

Die erste Modifikation bestand in der Berücksichtigung der im Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597 genannten Abfallschlüssel auf weiteren Stufen der LMK. Der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1597, Anhang II, benennt Abfallschlüssel, die potenziell LMA enthalten können und die Stufen der LMK, auf denen diese auftreten. Nach den Ergebnissen der nationalen, amtlichen Abfallstatistik kommen einige der im Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597 gelisteten Abfallschlüssel auch in Stufen der LMK bzw. in WZ vor, die der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1597 nicht ausdrücklich vorsieht. Um ein möglichst vollständiges Bild des LMA-Aufkommens in Deutschland zu zeichnen, wurden auch diese Abfallmengen berücksichtigt und diese den jeweiligen Stufen der LMK zusätzlich zugeordnet. Hierbei wurden keine neuen Abfallschlüssel herangezogen, sondern lediglich die Stufen der LMK um bereits auf anderen Stufen berücksichtigte Abfallschlüssel, die LMA erhalten können, erweitert.

Eine weitere Modifikation ist das Herausrechnen des Geschäftsmülls auf Stufe 5 der LMK und dessen Umverteilung auf die Stufen 1 bis 4 der LMK. Der Hausmüll und in geringem Umfang auch der Bioabfall umfassen immer auch einen Anteil an Abfällen gewerblicher Herkunft, den sogenannten Geschäftsmüll, der gemeinsam mit dem Hausmüll bzw. dem Bioabfall aus privaten Haushalten eingesammelt wird. Bei Geschäftsmüll handelt es sich um Abfälle, die bei kleineren Gewerbebetrieben, z.B. Ingenieurbüros, Steuerberater, Anwälte, etc. anfallen und die in der vom

örE bereit gestellten Abfalltonnen (Restabfalltonne: Abfallschlüssel „20 03 01 01“, Bioabfalltonne: Abfallschlüssel „20 03 01 04“) mit entsorgt werden. Die Geschäftsmüllmenge berechnet sich aus der Differenz der Abfallmengen der örE und der hochgerechneten Hausmüllmenge aus privaten Haushalten. Im BJ 2020 betrug der Geschäftsmüllanteil in der Restabfalltonne 19 % und in der Bioabfalltonne 5 %.

Abfallkoeffizienten für gemischte Siedlungsabfälle

Zwecks Erfüllung der EU-Berichtspflicht wird aus der modifizierten Datenbasis (potenzielles LMA-Aufkommen) der Anteil an LMA mittels AKO herausgerechnet. Diese geben den Anteil (z. B. 45 %) der enthaltenen LMA an dem gesamten Abfallaufkommen für den jeweiligen Abfallschlüssel an.

Der Abfall aus privaten Haushalten (Stufe 5 der LMK) umfasst im Wesentlichen die gemischten Siedlungsabfälle mit dem Abfallschlüssel 20 03 01. Dazu gehören der Hausmüll (20 03 01 01), der hausmüllähnliche Gewerbeabfall (20 03 01 02), nicht differenzierbare gemischte Siedlungsabfälle (20 03 01 00) und der Bioabfall (20 03 01 04).

Die Auswertungs- und Hochrechnungsmethode für Hausmüll und Bioabfall wurde analog der in der Bundesweiten Hausmüllanalyse (Dornbusch et al. 2020) beschriebenen methodischen Vorgehensweise (Kapitel 5, S. 44 bis 83) durchgeführt.

Hieraus resultiert ein AKO für gemischte Siedlungsabfälle von 29 %. Im Hausmüll liegt der AKO bei 33 %, im Bioabfall bei 36 % und im hausmüllähnlichen Gewerbeabfall annäherungsweise bei ca. 4 %. Für den Abfallschlüssel „gemischte Siedlungsabfälle, nicht differenzierbar - 20 03 01 00“ lagen zum Zeitpunkt der Untersuchung keine Informationen über die Zusammensetzung dieses Abfallstroms vor. Aus diesem Grund wurde für diesen Achsteller der AKO für gemischte Siedlungsabfälle von 29 % übernommen. Die ermittelten AKO für die gemischten Siedlungsabfälle wurden im BJ 2020 auf rund 22,4 Mio. t Abfall angewendet, der potenziell LMA enthalten kann. Dies entspricht ca. 83 % der Gesamtsumme (ca. 26,9 Mio. t⁴⁷) an Abfall, der potenziell LMA enthalten kann. Die AKO wurden auf die Datenbasis, BJ 2020, berechnet nach der in Kapitel 5 dargelegten Methodik, angewendet.

Abfallkoeffizienten für übrige Abfallschlüsse

Um eine möglichst belastbare Ausgangsbasis für die Erfüllung der europäischen Berichtspflicht zu gewährleisten, hat USTUTT zur Ermittlung der AKO für die übrigen relevanten Abfallschlüsse eine freiwillige Online-Befragung durchgeführt. USTUTT hat den Online-Fragebogen am 18. Februar 2022 per E-Mail an insgesamt 748 Empfänger versendet. Die Frist für die Beantwortung endete am 14. März 2022. Bei den Befragten handelt es sich um Unternehmen aus der deutschen Entsorgungswirtschaft bzw. um Betreiber*innen von Abfallentsorgungsanlagen in Deutschland, wie zum Beispiel Müllverbrennungs-, Bioabfallvergärungs-, Kompost- und mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen. In der Online-Umfrage wurden die Mengen und AKO der übrigen Abfallschlüsse im BJ 2019 abgefragt. Diese umfassen alle Abfallschlüsse, die der Delegierte Beschluss (EU) 2019/1597, Anhang II vorgibt, mit Ausnahme des Abfallschlusses 20 03 01 (gemischte Siedlungsabfälle). Acht Abfallschlüsse wurden nicht in der Online-Befragung abgefragt, da sie im BJ 2019 keine mengenmäßige Relevanz⁴⁸ aufwiesen.

Die Rücklaufquote der Befragung lag bei 13,5 % bzw. 101 beantworteten Fragebogen, von denen 49 (6,6 %) verwertbare Datensätze enthielten. Die Ergebnisse der Untersuchung wurden ausgewertet und AKO in Bezug auf die relevanten Abfallschlüsse gebildet. Dabei zeigte sich,

⁴⁷ Inklusive der Berücksichtigung der Eigenkompostierung bei Stufe 5 der LMK und der Modifikationen.

⁴⁸ Diejenigen Abfallschlüsse, deren Abfallmenge im BJ 2019 weniger als 1.000 t betrug, wurden als mengenmäßig irrelevant betrachtet.

dass die befragten Unternehmen aus der Abfallwirtschaft für einen Großteil der Abfallschlüssel einen wichtigen Beitrag zur AKO-Ermittlung leisten können. Für insgesamt 13 Abfallschlüssel konnten aus den Ergebnissen der Online-Befragung keine verwertbaren Angaben gewonnen werden. In Anbetracht der Rücklaufquote, der vorhandenen Datenlücken und des bei den Befragten vorliegenden Datenbestandes kann die Online-Befragung die Anforderungen einer repräsentativen Stichprobe nicht erfüllen. Dennoch handelt es sich bei den erhobenen Daten um die bestverfügbareren Informationen zum Zeitpunkt des Forschungsvorhabens, da die deutsche Entsorgungswirtschaft erstmalig hinsichtlich des LMA-Aufkommens befragt wurde. Die ermittelten AKO für die übrigen Abfallschlüssel wurden im BJ 2020 auf rund 4,5 Mio. t Abfall angewendet, der potenziell LMA enthalten kann. Dies entspricht ca. 17 % der Gesamtsumme (ca. 26,9 Mio. t⁴⁹) an Abfall, der potenziell LMA enthalten kann.

Eine Auflistung aller AKO inklusive Ermittlungsmethodik für das BJ 2020 ist in Anhang F aufgeführt.

Eigenkompostierung

Bei der Berechnung des LMA-Aufkommens, BJ 2020, wurden die über die EK verwerteten LMA-Mengen berücksichtigt. Aufgrund einer lediglich bedingt belastbaren Datenlage konnte dies nur als grobe Abschätzung in einer annähernden Größenordnung erfolgen.

Zur Abschätzung der eigenkompostierten LMA wurden die Ergebnisse zweier Studien berücksichtigt. Einerseits war dies eine Studie der GfK SE zum LMA-Aufkommen aus privaten Haushalten (Hübsch 2021). Ergänzend wurde die durch das TI veröffentlichte Studie mit der Kurzbeschreibung „Baseline 2015“ (Schmidt et al. 2019) hinzugezogen.

Konkret wurde der Anteil der eigenkompostierten LMA an allen LMA, die in privaten Haushalten anfallen, aus der GfK SE-Studie verwendet. Die Gesamtmenge der LMA, die in privaten Haushalten anfallen, wurde der Baseline 2015 entnommen. Dementsprechend wurden, als Auswertung beider Studien, die über die EK verwerteten LMA auf 1,117 Mio. t/a bzw. 13,6 kg/E*a geschätzt.

Ergebnis

Durch die Zusammenführung der Datenbasis, deren Modifikationen, der AKO und der eigenkompostierten Mengen ergibt sich die gesamte LMA-Menge in Deutschland für das BJ 2020. Diese ermittelte Datenbasis, BJ 2020, ist statistisch belastbar für die fünf Stufen der LMK gemäß Durchführungsbeschluss (EU) 2019/2000.

Die folgende Tabelle stellt die LMA in Deutschland, BJ 2020, pro Stufe der LMK dar.

⁴⁹ Inklusive der Berücksichtigung der Eigenkompostierung bei Stufe 5 der LMK und der Modifikationen.

Tabelle 35: Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2020¹

Stufe der Lebensmittelkette	Lebensmittelabfälle in 1000 t	Lebensmittelabfälle in %
Primärerzeugung	178	2
Verarbeitung und Herstellung	1.594	15
Einzelhandel und andere Formen des Vertriebs von Lebensmitteln	774	7
Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen	1.877	17
private Haushalte	6.496	59
Insgesamt¹	10.919	100

¹ Hierbei handelt es sich um korrigierte Werte, die auf Basis der Gutachterlichen Einschätzung des Konsortiums berechnet wurden. Hieraus resultieren Abweichungen zu den Ergebnissen, die zum 30. Juni 2022 an die EU-Kommission berichtet wurden.

Quelle: StBA 2023a

Empfehlungen zur Optimierung der Berichterstattung

In der EU-Berichterstattung für das BJ 2020 wurden ausschließlich diejenigen Abfälle berichtet, die im Rahmen des Abfallmanagementsystems erfasst werden. Daher ist die Datenlage in dieser Hinsicht ggf. nicht vollständig. Eine weitere Datenlücke besteht u. a. bei der Menge an Feuchtigkeit, die potenziell vor der Messung der Abfälle verloren geht.

Die AKO für Bioabfall und Hausmüll müssen regelmäßig, d.h. mindestens alle vier Jahre, ermittelt werden. Bisher basieren diese AKO auf der Methodik der Bundesweiten Hausmüllanalyse (Dornbusch et al. 2020). Um eine AKO-Fortschreibung zu gewährleisten, kann aus Sicht des Konsortiums die für die erstmalige Berichterstattung verwendete Methode zur AKO-Ermittlung für Hausmüll und Bioabfall für die zukünftigen Berichterstattungen angewandt werden.

Eine weitere Datenlücke besteht bei der Zusammensetzung der übrigen Abfallschlüssel (Abfallschlüssel im MLMA außer 20 03 01). Hier besteht dringender Forschungsbedarf. Generell empfiehlt das Konsortium für die zukünftige Berichterstattung weitere Erhebungen, Recherchen und Analysen zur AKO-Ermittlung für die übrigen Abfallschlüssel durchzuführen. Dabei sei es notwendig, die Datenlage durch physische Erhebungen und einen größeren Stichprobenumfang zu verbessern. Um valide Aussagen bzgl. des Stichprobenumfangs von Abfallsortieranalysen in den Stufen 1 bis 4 der LMK treffen zu können, muss aus Sicht des Konsortiums zunächst ein Rahmenkonzept erarbeitet und definiert werden. Insgesamt ist die Entwicklung eines systematischen Vorgehens bezüglich der Stichprobenplanung und Analysemethode an dieser Stelle besonders wichtig.

Allgemeine Empfehlungen für die zukünftige EU-Berichterstattung

Für die zukünftige Berichterstattung sollen aus Sicht des Konsortiums alle verfügbaren Datenquellen genutzt werden, wobei jeweils den valideren Daten der Vorzug gegeben werden sollte. Physische Daten, wie zum Beispiel Abfallstatistiken, ergänzt um physische Angaben zur Abfallzusammensetzung, repräsentieren in diesem Zusammenhang die verlässlichste Datengrundlage.

Hier sind zukünftig weitere Anstrengungen und Systemoptimierungen für eine weitergehende und fortlaufende Datenerfassung zu LMA erforderlich.

Handlungsempfehlungen zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen

Die Handlungsempfehlungen zur Reduzierung von LMA wurden durch das Konsortium erarbeitet.

Angesichts der unterschiedlichen Vermeidungspotenziale von LMA empfiehlt sich laut dem JRC der EU eine Spezifizierung der relativ allgemein formulierten Zielvorgaben von SDG 12.3 für die jeweiligen Bereiche der LMK sowie für einzelne Branchen. Die Erarbeitung und Fortschreibung einer umfassenden Datenbasis ist deshalb der Schlüssel für eine nachhaltige Systemoptimierung. Laut JRC sollen sektor- und branchenspezifische Vermeidungsziele definiert werden, die sich unter anderem an den tatsächlichen Vermeidungspotenzialen orientieren. Die Ziele sollen „SMART“ (Spezifisch, messbar, ausführbar, relevant, terminiert) sein und anhand von Leistungsindikatoren gemessen werden. Leistungsindikatoren können z. B. durch ein Monitoring von Abfall- und Verlustmengen in Bezug auf Produktionsmengen erfolgen, um dadurch die Effizienz von Prozessen messbar zu machen. Dieses Vorgehen wird in Deutschland unter anderem von den Dialogforen bereits umgesetzt und entsprechende Daten erhoben.

Quellenverzeichnis

Abeliotis, K., Lasaridi, K., & Chroni, C. (2014). Attitudes and behaviour of Greek households regarding food waste prevention. *Waste Management & Research: The Journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association, ISWA*, 32(3), 237–240. <https://doi.org/10.1177/0734242X14521681>

Abfallbilanzen der Bundesländer für Berichtsjahr 2019

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2020). Abfallbilanz 2019: Ressourcen aus unserer kommunalen Kreislaufwirtschaft. https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Umwelt/Abfallbilanz-2019.pdf

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2020). Hausmüll in Bayern: Bilanzen 2019. Informationen aus der Abfallwirtschaft.

[https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000008?SID=2087837259&ACTIONxSESSxSHOWPIC\(BILDxKEY:%27lfu_abfall_00259%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27\)](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000008?SID=2087837259&ACTIONxSESSxSHOWPIC(BILDxKEY:%27lfu_abfall_00259%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27))

Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz des Landes Berlin (2023). Abfallbilanzen des Landes Berlin.

<https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/abfallbehoerde/abfallbilanzen/> (01.03.2023)

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg (2020). Siedlungsabfallbilanzen der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger 2019: Kurzfassung. https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/bilanz_oere2019_kurzfassung.pdf

Die Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau der Freien Hansestadt Bremen (2023). Abfallwirtschaftsplan und Abfallbilanzen: Abfallbilanz 2012-2021. <https://www.bauumwelt.bremen.de/umwelt/abfall/abfallwirtschaftsplan-und-abfallbilanzen-344057> (01.03.2023)

Behörde für Umwelt, Klima, Energie und Agrarwirtschaft Hamburg (2020). Abfallstatistik Siedlungsabfälle.

<https://www.hamburg.de/contentblob/14004514/61eada4cd053e04ef71ca51a715f06cf/data/d-statistik-siedlungsabfall-2019.pdf>

Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2020). Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2019. https://www.zaw-online.de/images/abfallmengenbilanz_2019_finale_fassung.pdf

Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (2021). Daten zur Abfallwirtschaft 2019. Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern 2020, 4. https://www.lung.mv-regierung.de/dateien/dza_2019.pdf

Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz (2021). Abfallbilanz 2019. <https://www.statistik.niedersachsen.de/download/170804>

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (2022). Abfallbilanz Nordrhein-Westfalen für Siedlungsabfälle 2019. LANUV-Fachbericht, 125. https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30125.pdf

Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz (2021). Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz 2019. <https://mkuem.rlp.de/fileadmin/mulewf/Theemen/Klima->

und Ressourcenschutz/Kreislaufwirtschaft/Abfallbilanz/Landesabfallbilanz Rheinland Pfalz 2019_Corporate Design.pdf

Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz Saarland (2021). Abfallbilanz 2019: Siedlungsabfälle. [https://www.saarland.de/SharedDocs/Downloads/DE/mukmav/abfall/dl_siedlungsabfallbilanz2019_muv.pdf?blob=publicationFile&v=3#:~:text=Mit%20139%20Kilogramm%20je%20Einwohner,E%2Ca1%20\(2019\).&text=Statistisches%20Bundesamt%2C%20Abfallbilanz%202019](https://www.saarland.de/SharedDocs/Downloads/DE/mukmav/abfall/dl_siedlungsabfallbilanz2019_muv.pdf?blob=publicationFile&v=3#:~:text=Mit%20139%20Kilogramm%20je%20Einwohner,E%2Ca1%20(2019).&text=Statistisches%20Bundesamt%2C%20Abfallbilanz%202019)

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2020). Siedlungsabfallbilanz 2019. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/36846/documents/57030>

Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2021). Abfallbilanz 2019 für Sachsen-Anhalt: Teil I und Teil II der Abfallbilanz. https://lau.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLU/LAU/Wir_ueber_uns/Publikationen/Abfallbilanzen/Abfallbilanz-2019_bf.pdf

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2021). Abfallbilanz 2019: Siedlungsabfälle. https://umweltanwendungen.schleswig-holstein.de/nuis/upool/gesamt/abfall/abfall_2019.pdf

Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz des Freistaates Thüringen (2020). Abfallbilanz 2019: Ressourcen aus unserer Kreislaufwirtschaft. https://tlubn.thueringen.de/fileadmin/000_TLUBN/Umweltschutz/Abfall/Landesabfallwirtschaftsplanung/Abfallbilanz_2019.pdf

Abrahamse, W., & Steg, L. (2013). Social influence approaches to encourage resource conservation: A meta-analysis. *Global Environmental Change*, 23(6), 1773–1785. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2013.07.029>

Ajzen, I. (1985). From Intentions to Actions: A Theory of Planned Behavior. In J. Kuhl & J. Beckmann (Hrsg.), *Action Control. From Cognition to Behavior* (S. 11–39). Heidelberg: Springer.

ARGUS (2015). Haus- und Geschäftsmülluntersuchung Berlin 2014, erstellt für die Berliner Stadtreinigungsbetriebe A. ö. R. (BSR), Berlin (unveröffentlicht).

Athai, J., Kuntscher, M., & Schmidt, T. (2023). Lebensmittelabfälle und -verluste in der Primärproduktion und in der Verarbeitung. Thünen Working Paper 209. https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/Thuenen_Working_Paper_209.pdf

BLE (2015). Liste zur Konkretisierung etwaiger Materialien, die als Abfall- und Reststoffe auf die Treibhausgasquote gemäß § 37 a Abs. 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) anrechenbar sein können. https://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/DE/Klima-Energie/Nachhaltige-Biomasseherstellung/Liste_Materialien_de.pdf?blob=publicationFile&v=1

BMEL (2021). Nationale Strategie: Dialogforen. <https://www.zugutfuerdietonne.de/strategie/dialogforen> (10.02.2023)

BMEL, BMUV und UBA (2023). Lebensmittelabfälle in Deutschland - Bericht an die EU-Kommission zur Datenerhebung für das Berichtsjahr 2020. Häufig gestellte Fragen.

https://www.zugutfuerdietonne.de/fileadmin/zgfdt/inhalt/hintergrund/230426_FAQ_Berichterstattung_Lebensmittelabfaelle_barrierefrei.pdf (17.05.2023)

BMUV (2023). Abfallarten / Abfallströme. <https://www.bmuv.de/WS596> (22.02.2023)

BMUV (2020). Siedlungsabfälle. <https://www.bmuv.de/WS612> (26.01.2023)

Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V. (2018). Gebietsanalyse – Bestimmung der Sortenreinheit von Biogut eines Entsorgungsgebietes.

https://www.kompost.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Themen/Methoden/5.6.1_Gebietsanalyse.pdf

Bundesregierung (1993). TA Siedlungsabfall – Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen. Bundesanzeiger Nr. 99a vom 29. Mai 1993.

Caldeira, C., Laurentiis, V. de, & Sala, S. (2019). Assessment of food waste prevention actions: development of an evaluation framework to assess the performance of food waste prevention actions: EUR 29901 EN.

<https://doi.org/10.2760/9773>

Campoy-Muñoz, P., Cardenete, M. A., & Delgado, M. C. (2017). Economic impact assessment of food waste reduction on European countries through social accounting matrices. Resources, Conservation and Recycling, 122, 202–209. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.02.010>

Clowes, A., Hanson, C., & Swannell, R. (2019). The business case for reducing food loss and waste: restaurants: A Report on Behalf of Champions 12.3. https://champions123.org/wp-content/uploads/2019/02/Report_The-Business-Case-for-Reducing-Food-Loss-and-Waste_Restaurants.pdf

Clowes, A., Mitchell, P., & Hanson, C. (2018). The business case for reducing food loss and waste: catering.: A report on behalf of Champions 12.3. https://champions123.org/wp-content/uploads/2018/07/18_WP_Champions_BusinessCase_Catering_FINAL.pdf

Comber, R., & Thieme, A. (2013). Designing beyond habit: opening space for improved recycling and food waste behaviors through processes of persuasion, social influence and aversive affect. Personal and Ubiquitous Computing, 17(6), 1197–1210. <https://doi.org/10.1007/s00779-012-0587-1>

Cristóbal, J., Castellani, V., Manfredi, S., & Sala, S. (2018). Prioritizing and optimizing sustainable measures for food waste prevention and management. Waste Management (New York, N.Y.), 72, 3–16. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.11.007>

Damme, K., Schreiter, R., Schneider, M., & Hildebrand, R.-A. (2018). 13. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung (13th Bavarian comparison of origin of laying hybrids in barn management). Bavarian State Research Center for Agriculture (LfL).

https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/lvfz/kitzingen/dateien/13_bayerischer_herkunftsvergleich.pdf

Dehne, I., Oetjen-Dehne, R., & Kanthak, M. (2011). Aufkommen, Verbleib und Ressourcenrelevanz von Gewerbeabfällen. Umweltbundesamt, TEXTE 19/2011. Dessau-Roßlau.

Delley, M., & Brunner, T. A. (2018). Household food waste quantification: comparison of two methods. British Food Journal, 120(7), 1504–1515. <https://doi.org/10.1108/BFJ-09-2017-0486>

Dornbusch, H-J., Hannes, L., Santjer, Böhm, C., Wüst, S., Zwisele, B., M. Kern, M., Siepenkothen J., & Kanthak, M. (2020). Vergleichende Analyse von Siedlungsrestabfällen aus repräsentativen Regionen in Deutschland zur Bestimmung des Anteils an Problemstoffen und verwertbaren Materialien. Umweltbundesamt TEXTE 00/2019. Dessau-Roßlau.

Dehne, I., Oetjen-Dehne, R., & Kanthak, M. (2011). Aufkommen, Verbleib und Ressourcenrelevanz von Gewerbeabfällen. Umweltbundesamt, TEXTE 19/2011. Dessau-Roßlau.

Eriksson, M., Malefors, C., Callewaert, P., Hartikainen, H., Pietiläinen, O., & Strid, I. (2019). What gets measured gets managed – Or does it? Connection between food waste quantification and food waste reduction in the hospitality sector. Resources, Conservation & Recycling: X, 4, 100021.

<https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100021>

Eriksson, M., Persson Osowski, C., Malefors, C., Björkman, J., & Eriksson, E. (2017). Quantification of food waste in public catering services - A case study from a Swedish municipality. *Waste Management* (New York, N.Y.), 61, 415–422. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.01.035>

European Commission (2020). Circular Economy Action Plan – For a cleaner and more competitive Europe. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2779/05068>

European Commission (2022). Guidance on reporting of data on food waste and food waste prevention according to Commission Implementing Decision (EU) 2019/2000.

<https://ec.europa.eu/eurostat/documents/342366/351811/Guidance+on+food+waste+reporting/5581b0a2-b09e-adc0-4e0a-b20062dfe564> (26.01.2023)

Eurostat (2022): Food waste and food waste prevention by NACE Rev. 2 activity - tonnes of fresh mass. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasfw/default/table?lang=en (21.03.2023)

Evans, D. (2011). Blaming the consumer – once again: the social and material contexts of everyday food waste practices in some English households. *Critical Public Health*, 21(4), 429–440.
<https://doi.org/10.1080/09581596.2011.608797>

Falcon, J., Gray, S., & Virtue, N. (2008). Love Food Champions: Love Food Champions report by WRAP and Women's Institute. <http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/LFC%20draft%20FINAL%20report%20171008-FINAL.pdf>

FEBA. (2019). FEBA is a thriving network of Food Banks fighting hunger and food waste throughout Europe. European Food Banks Federation. <https://www.eurofoodbank.org/>

Flanagan, K., Lipinski, B., & Goodwin, L. (2019). SDG Target 12.3 on food loss and waste: 2019 progress report: An annual update on behalf of Champions 12.3. <https://champions123.org/wp-content/uploads/2019/09/champions-12-3-2019-progress-report.pdf>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome. <https://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>

Foodsharing. (2019). Food sharing saves unwanted and overproduced food in private households as well as small and large businesses. <https://foodsharing.de/>

forsa. (2019). Food wastage. On behalf of Havas PR, forsa Politik- und Sozialforschung GmbH conducted a survey on the topic of “food waste”. forsa Politik- und Sozialforschung GmbH.

Gabriel, R., & Braune, A. (2005). Eco-efficiency Analysis: Applications and User Contacts. *Journal of Industrial Ecology*, 9(4), 19–21. <https://doi.org/10.1162/108819805775247873>

Garske, B., Heyl, K., Ekardt, F., Weber, L., & Gradzka, W. (2020). Challenges of Food Waste Governance: An Assessment of European Legislation on Food Waste and Recommendations for Improvement by Economic Instruments. *Land*, 9(7), 231. <https://doi.org/10.3390/land9070231>

GFI (2022). GFI Profil: Über die deutschen Frischemärkte. GFI. http://www.grossmaerkte.org/gfi_wir.html

Goossens, Y., Wegner, A., & Schmidt, T. (2019). Sustainability Assessment of Food Waste Prevention Measures: Review of Existing Evaluation Practices. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 3, Article 90, 33. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00090>

Gustavsson J, Cederberg C, Sonesson U, van Otterdijk R, Meybeck A (2011). Global food losses and food waste - Extent, causes and prevention. FAO. Rom. https://www.ernaehrungs-umschau.de/fileadmin/Ernaehrungs-Umschau/artikelbilder/12_2015/FAO_Food_losses.pdf

Hafner G, Barabosz J, Schuller H, Leverenz D, Kölbig A, Schneider F, Lebersorger S, Scherhauser S, Kranert M, (2012) Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und

Verbraucherschutz; Universität Stuttgart, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft. Stuttgart.

https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/WvL/Studie_Lebensmittelabfaelle_Langfassung.pdf?blob=publicationFile

Hafner G, Barabosz J, Leverenz D, Maurer C, Kranert M, Göbel C, Friedrich S, Ritter G, Teitscheid P, Wetter C (2013) Analyse, Bewertung und Optimierung von Systemen zur Lebensmittelbewirtschaftung – Teil I. Definition der Begriffe „Lebensmittelverluste“ und „Lebensmittelabfälle“. In: Müll und Abfall 11, pp 601–609.

<https://www.muellundabfall.de/ce/analyse-bewertung-und-optimierung-von-systemen-zur-lebensmittelbewirtschaftung-teil-i/detail.html>

Hafner G, Leverenz D, Barabosz J, Riestenpatt D (2014) Lebensmittelverluste und Wegwerfraten im Freistaat Bayern. Universität Stuttgart; Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft (ISWA); Lehrstuhl für Abfallwirtschaft und Abluft; Arbeitsbereich Ressourcenmanagement und Industrielle Kreislaufwirtschaft. Stuttgart

Hanson, C. (2017). Guidance on interpreting Sustainable Development Goal Target 12.3: Champions 12.3. <http://www.refreshcoe.eu/wp-content/uploads/2017/06/Guidance-on-Interpreting-SDG-Target-12.3-as-published.pdf>

Hanson, C., & Mitchell, P. (2017). The business case for reducing food loss and waste: A report on behalf of Champions 12.3. <https://champions123.org/sites/default/files/2020-08/business-case-for-reducing-food-loss-and-waste.pdf>

Heinrich, M., Orr, L., Brüggemann, N., & Schmidt, T. (2022). Monitoring der Lebensmittelabfälle und -weitergabe im Dialogforum Groß- und Einzelhandel 2019/2020: Betrachtung der Abschreibungen. Thünen Working Paper 194. https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/ThuenenWorkingPaper_194.pdf

HDE (2020). Handelsreport Lebensmittel: Corona-Update 2020. im Auftrag des Handelsverband Deutschland – HDE e. V. <https://einzelhandel.de/component/attachments/download/10492>

Heikkilä, L., Reinikainen, A., Katajajuuri, J.-M., Silvennoinen, K., & Hartikainen, H. (2016). Elements affecting food waste in the food service sector. Waste Management (New York, N.Y.), 56, 446–453. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.06.019>

Hübsch, H., & Adlwarth, W. (2017). Systematische Erfassung von Lebensmittelabfällen der privaten Haushalte in Deutschland: Tagebuch Zeitraum: Juli 2016 bis Juni 2017. Nürnberg. GfK SE. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/WvL/Studie_GfK.pdf;jsessionid=CDE6834D608A184D159CEA5AB5DC18E5.1_cid358?blob=publicationFile

Hübsch, H. (2021). Systematische Erfassung des Lebensmittelabfalls der privaten Haushalte in Deutschland: Schlussbericht 2020.

https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_ernaehrung/Lebensmittelverschwendungs/GfK-Analyse-2020.pdf?blob=publicationFile&v=4

Huppes, G., & Ishikawa, M. (2005). A Framework for Quantified Eco-efficiency Analysis. Journal of Industrial Ecology, 9(4), 25–41. <https://doi.org/10.1162/108819805775247882>

Intecus (2016). Richtlinie zur einheitlichen Abfallanalytik in Sachsen, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen (Hrsg.). <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23865>

Kallbekken, S., & Sælen, H. (2013). ‘Nudging’ hotel guests to reduce food waste as a win-win environmental measure. Economics Letters, 119(3), 325–327. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2013.03.019>

Kern, M., Sprick, W. (2001). Abschätzung des Potenzials an regenerativen Energieträgern im Restmüll. In: Bio- und Restabfallbehandlung V. Wiemer, K., Kern, M. (Hrsg.): Witzenhausen-Institut – Neues aus Forschung und Praxis. Witzenhausen, 149-169.

Kern, M., Siepenkothen J., Sprick, W., Zwiele, B., Wüst, S., Böhm, C., Becker, G., Santjer, M., Hafner, G., & Leverenz, D. (2022). Ermittlung der Lebensmittelabfälle in Deutschland im Jahr 2020, Erfüllung der Berichtspflicht gegenüber der EU-Kommission im Jahr 2022 und Ableitung von Handlungsempfehlungen. Unveröffentlichter Abschlussbericht des Unterauftrags für das Statistische Bundesamt.

KErn. (2014). Lebensmittelverluste und Wegwerfraten im Freistaat Bayern (Food losses and disposal rates in the state of Bavaria, Germany). Competence Center for Nutrition (KErn).

<https://www.kern.bayern.de/mam/cms03/wissenstransfer/dateien/lebensmittelverluste-bayern-2014.pdf>

Krause, P., Oetjen-Dehne, R., Dehne, I., Dehne, K., & Erchinger, H. (2015). Verpflichtende Umsetzung der Getrenntsammlung von Bioabfällen. Umweltbundesamt TEXTE 113/2020. Dessau-Roßlau.

Kuntscher, M., Goossens, Y., Golub, B., & Schmidt, T. (2022a). ELoFoS – AP 5 Umfeldanalyse und Übertragbarkeit: hier: Politikoptionen.

https://zugutfuerdietonne.de/fileadmin/zgfdt/sektoerspezifische_Dialogforen/Ausser-Haus-Verpflegung/Politikoptionen_final.pdf

Kuntscher, M., Goossens, Y., Golub, B., & Schmidt, T. (2022b). ELoFoS – AP 5: Umfeldanalyse und Übertragbarkeit: hier: Handlungsempfehlungen.

https://zugutfuerdietonne.de/fileadmin/zgfdt/sektoerspezifische_Dialogforen/Ausser-Haus-Verpflegung/Handlungsempfehlungen_final.pdf

Landesumweltamt Brandenburg (1998). Richtlinie für die Durchführung von Untersuchungen zur Bestimmung der Menge und Zusammensetzung fester Siedlungsabfälle im Land Brandenburg. Fachbeiträge des Landesumweltamtes. https://mluk.brandenburg.de/media/fast/4055/fb_34.pdf

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (1998). Leitfaden für Analysen zur Bestimmung der Menge und Zusammensetzung von Abfällen aus Haushaltungen. Materialien, 47.

https://igsvtu.lanuv.nrw.de/vtu/doc.app?DATEI=13/dokus/mat47.pdf&USER_ID=218

Leverenz, D. (2021). The use of self-reporting methods to identify food waste reduction potentials at consumer level - a support to achieve SDG 12.3. <https://doi.org/10.18419/opus-11508>

Leverenz, D., Hafner, G., Moussawel, S., Kranert, M., Goossens, Y., & Schmidt, T. (2021). Reducing food waste in hotel kitchens based on self-reported data. Industrial Marketing Management, 93, 617–627.

<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2020.08.008>

Leverenz, D., Moussawel, S., Maurer, C., Hafner, G., Schneider, F., Schmidt, T., & Kranert, M. (2019). Quantifying the prevention potential of avoidable food waste in households using a self-reporting approach. Resources, Conservation and Recycling, 150, 104417. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104417>

LKV (2016). Bavarian meat inspection 2016. Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V. (LKV Bayern). http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Jahresberichte/flp_jahresbericht2016.pdf

Mbow, C., Rosenzweig, C., Barioni, L. G., Benton, T. G., Herrero, M., Krishnapillai, M., Liwenga, E., Pradhan, P., Rivera-Ferre, M. G., Sapkota, T., Tubiello, F. N., & Xu, Y. (2019). Chapter 5. Food security. In Climate Change and Land: An IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2021/02/08_Chapter-5_3.pdf

MKUEM RLP (2021). Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz 2020.

<https://mkuem.rlp.de/fileadmin/mulewf/Themen/Klima->

und Ressourcenschutz/Kreislaufwirtschaft/Abfallbilanz/Landesabfallbilanz Rheinland Pfalz 2020 Corporate Design.pdf

MUNV NRW (2022). Siedlungsabfälle. <https://www.umwelt.nrw.de/umwelt/umwelt-und-ressourcenschutz/abfall-und-kreislaufwirtschaft/siedlungsabfaelle> (26.01.2023)

Momeyer, P. (2011). Pig fattening, chicken fattening or biogas: investment decisions under risk. Master thesis. Christian-Albrechts-University of Kiel. http://www.uni-kiel.de/Agraroekonomie/abeiten_PDFs/2011/MA2011MomeyerLB.pdf

Moussaoui, L. S., & Desrichard, O. (2016). Act local but don't think too global: The impact of ecological goal level on behavior. *The Journal of Social Psychology*, 156(5), 536–552.
<https://doi.org/10.1080/00224545.2015.1135780>

Orr, L., & Schmidt, T. (2019). Monitoring der Lebensmittelabfälle im Groß- und Einzelhandel in Deutschland 2019: Daten des Lebensmitteleinzelhandels. Thünen Working Paper 168.
https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/ThuenenWorkingPaper_168.pdf

Papargyropoulou, E., Wright, N., Lozano, R., Steinberger, J., Padfield, R., & Ujang, Z. (2016). Conceptual framework for the study of food waste generation and prevention in the hospitality sector. *Waste Management* (New York, N.Y.), 49, 326–336. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.01.017>

Parry, A., Harris, B., Fisher, K., & Forbes, H. (2020). UK progress against Courtauld 2025 targets and UN Sustainable Development Goal 12.3. Project code: BCV011-005.
https://wrap.org.uk/sites/files/wrap/Progress_against_Courtauld_2025_targets_and_UN_SDG_123.pdf

Peter, G., Kuhnert, H., Haß, M., Banse, M., Roser, S., Trierweiler, B., & Adler, C. (2013). Einschätzung der pflanzlichen Lebensmittelverluste im Bereich der landwirtschaftlichen Urproduktion.
https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn052055.pdf

Priefer, C., Jörissen, J., & Bräutigam, K.-R. (2016). Food waste prevention in Europe – A cause-driven approach to identify the most relevant leverage points for action. *Resources, Conservation and Recycling*, 109, 155–165.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.03.004>

ResQ Club. (2019). Leave no meal behind. <https://www.resq-club.com/> (31.03.2022)

Reynolds, C., Goucher, L., Quested, T., Bromley, S., Gillick, S., Wells, V. K., Evans, D., Koh, L., Carlsson Kanyama, A., Katzeff, C., Svenfelt, Å., & Jackson, P. (2019). Review: Consumption-stage food waste reduction interventions – What works and how to design better interventions. *Food Policy*, 83, 7–27.
<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2019.01.009>

REWE Group. (2019). REWE Group-Nachhaltigkeitsbericht 2019: Nachhaltigkeitsbericht nach GRI-Standards.
https://rewe-group-nachhaltigkeitsbericht.de/downloads/rewe_group-nachhaltigkeitsbericht_nach_gri-standards_2019.pdf

Schmidt, K. (2016). Explaining and promoting household food waste-prevention by an environmental psychological based intervention study, 111, 53–66. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.04.006>

Schmidt, T., Schneider, F. & Claupein, E. (2017). Lebensmittelabfälle in privaten Haushalten in Deutschland – Analyse der Ergebnisse einer repräsentativen Erhebung 2016/2017 von GfK SE – Thünen Working Paper 92.
https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn059788.pdf Schmidt, T., Schneider, F., Leverenz, D., & Hafner, G. (2019). Lebensmittelabfälle in Deutschland – Baseline 2015: Thünen Report 71. Advance online publication.
<https://doi.org/10.3220/REP1563519883000>

Schnepel, K., & Hoffmann, C. M. (2016). Genotypic differences in storage losses of sugar beet - causes and indirect criteria for selection. *Plant Breeding*, 135(1), 130–137. <https://doi.org/10.1111/pbr.12338>

- Schwartz, M. B., Henderson, K. E., Read, M., Danna, N., & Ickovics, J. R. (2015). New school meal regulations increase fruit consumption and do not increase total plate waste. *Childhood Obesity (Print)*, 11(3), 242–247. <https://doi.org/10.1089/chi.2015.0019>
- SFK.Online. (2019). Souci Fachmann Kraut Database. [\(31.03.2022\)](https://www.sfk.online/webhelp/#datenbank.html)
- Shaw, P., Smith, M., & Williams, I. (2018). On the Prevention of Avoidable Food Waste from Domestic Households. *Recycling*, 3(2), 24. <https://doi.org/10.3390/recycling3020024>
- Sheeran, P., & Webb, T. L. (2016). The Intention-Behavior Gap. *Social and Personality Psychology Compass*, 10(9), 503–518. <https://doi.org/10.1111/spc3.12265>
- Silvennoinen, K., Heikkilä, L., Katajajuuri, J.-M., & Reinikainen, A. (2015). Food waste volume and origin: Case studies in the Finnish food service sector. *Waste Management* (New York, N.Y.), 46, 140–145. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.09.010>
- Smith, M. M., Shaw, P. J., & Williams, I. D. (Eds.) (2014). The potential for reducing avoidable food waste arisings from domestic households. CISA Publisher.
- Stancu, V., Haugaard, P., & Lähteenmäki, L. (2016). Determinants of consumer food waste behaviour: Two routes to food waste. *Appetite*, 96, 7–17. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.08.025>
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2020). Regionaldatenbank Deutschland. [\(31.03.2022\)](https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/logon)
- StBA (2020). Erhebung der Abfallerzeugung 2018. [\(03.2023\)](https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Umwelt/abfallerzeugung.pdf?blob=publicationFile)
- StBA (2021). Regional koordinierte Zusammenstellung der OERE-Daten der Bundesländer für das BJ 2019 durch den Zentralen Auskunftsdiest des StBA. Unveröffentlichte Datenzusammenstellung, Wiesbaden.
- StBA (2022). Abfallbilanz (Abfallaufkommen / -verbleib, Abfallintensität, Abfallaufkommen nach Wirtschaftszweigen) 2020. [\(27.01.2023\)](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallbilanz-pdf-5321001.pdf?blob=publicationFile)
- StBA (2023a). Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2020 (vorläufiges Ergebnis). [\(07.03.2023\)](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Tabellen/lebensmittelabfaelle.html)
- StBA (2023b). Wirtschaftszweig. [\(26.01.2023\)](https://www.destatis.de/DE/Themen/Arbeit/Arbeitsmarkt/Glossar/wirtschaftszweig.html)
- StBA (2023c). Lebensmittelabfälle in Deutschland im Berichtsjahr 2020. [\(26.06.2023\)](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/_inhalt.html#sprg229182)
- Stefan, V., van Herpen, E., Tudoran, A. A., & Lähteenmäki, L. (2013). Avoiding food waste by Romanian consumers: The importance of planning and shopping routines. *Food Quality and Preference*, 28(1), 375–381. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.11.001>
- Stöckli, S., Niklaus, E., & Dorn, M. (2018). Call for testing interventions to prevent consumer food waste. *Resources, Conservation and Recycling*, 136, 445–462. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.03.029>
- Themen, D. (2014). Reduction of food losses and waste in Europe and Central Asia for improved food security and agrifood chain efficiency. FAO. <http://www.fao.org/3/a-au844e.pdf>

Thiagarajah, K., & Getty, V. M. (2013). Impact on plate waste of switching from a tray to a trayless delivery system in a university dining hall and employee response to the switch. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(1), 141–145. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.07.004>

Thieme, A., Comber, R., Miebach, J., Weeden, J., Kraemer, N., Lawson, S., & Olivier, P. (2012). “We’ve bin watching you”- designing for reflection and social persuasion to promote sustainable lifestyles: In Joseph A. Konstan, Ed H. Chi, Kristina Höök (Eds.): Proceedings of the 2012 ACM annual conference on Human Factors in Computing Systems - CHI ’12. the 2012 ACM annual conference. Austin, Texas, USA, 05.05.2012 - 10.05.2012. New York, New York, USA: ACM Press, pp. 2337–2346

Too Good To Go. (2019). Rette leckeres Essen und bekämpfe die Verschwendung. <https://toogoodtogo.de> (31.03.2022)

UBA (2016). Einstufung von Abfällen. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/abfallressourcen/abfallwirtschaft/abfallarten/einstufung-von-abfaellen> (01.02.2023)

United Nations. (2015). Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development: A/RES/70/1. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E

United Nations Environment Programme. (2021). Food Waste Index Report 2021. Nairobi. <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/35280/FoodWaste.pdf>

Verma, M., Vreede, L. de, Achterbosch, T., & Rutten, M. M. (2020). Consumers discard a lot more food than widely believed: Estimates of global food waste using an energy gap approach and affluence elasticity of food waste. *PLoS One*, 15(2), e0228369. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228369>

Visschers, V. H.M., Wickli, N., & Siegrist, M. (2016). Sorting out food waste behaviour: A survey on the motivators and barriers of self-reported amounts of food waste in households. *Journal of Environmental Psychology*, 45, 66–78. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2015.11.007>

Wagner, J., Kügler, T., Baumann, J., Günther, M., & Finke, E. (2014). Bericht zur Fortschreibung der Sortierrichtlinie 1998. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23865/documents/39981>

Wansink, B., & van Ittersum, K. (2013). Portion size me: Plate-size induced consumption norms and win-win solutions for reducing food intake and waste. *Journal of Experimental Psychology. Applied*, 19(4), 320–332. <https://doi.org/10.1037/a0035053>

Waskow, F., Blumenthal, A., Wieschollek, S., & Polit, G. (2016). Fallstudie: Vermeidung von Lebensmittelabfällen in der Verpflegung von Ganztagschulen. Working Paper I: Erhebung, Relevanz und Ursachen von Lebensmittelabfällen in der Mittagsverpflegung von Ganztagschulen. Düsseldorf. Bundesministerium für Bildung und Forschung; FONA; DLR. https://www.researchgate.net/profile/Frank_Waskow/publication/311571930_Erhebung_Relevanz_und_Ursachen_von_Lebensmittelabfallen_in_der_Mittagsverpflegung_von_Ganztagschulen/links/584db02708aed95c2503238f/Erhebung-Relevanz-und-Ursachen-von-Lebensmittelabfall

Waskow, F., Niepagenkemper, L., Blumenthal, A., & Burdick, B. (2019). Vermeidung von Speiseabfällen in der Schulverpflegung. In T. Schmidt, S. Baumgardt, A. Blumenthal, B. Burdick, E. Claupein, W. Dirksmeyer, G. Hafner, K. Klockgether, F. Koch, D. Leverenz, M. Lörchner, S. Ludwig-Ohm, L. Niepagenkemper, K. Owusu-Sekyere, & F. Waskow (Eds.), Wege zur Reduzierung von Lebensmittelabfällen - Pathways to REduce FOod WASte (REFOWAS): Maßnahmen, Bewertungsrahmen und Analysewerkzeuge sowie zukunftsähnliche Ansätze für einen nachhaltigen Umgang mit Lebensmitteln unter Einbindung sozio-ökologischer Innovationen. Thünen Report 73 (Vol. 1, pp. 147–186). https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen-Report_73_Vol1.pdf

Whitehair, K. J., Shanklin, C. W., & Brannon, L. A. (2013). Written messages improve edible food waste behaviors in a university dining facility. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(1), 63–69.
<https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.09.015>

Williamson, S., Block, L. G., & Keller, P. A. (2016). Of Waste and Waists: The Effect of Plate Material on Food Consumption and Waste. *Journal of the Association for Consumer Research*, 1(1), 147–160.
<https://doi.org/10.1086/684287>

WI (ehemals Prof. Wiemer & Partner) (1993). Gewerbeabfallkataster Rheinland-Pfalz. Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt Rheinland-Pfalz. Mainz.

WRAP. (2020a). Courtauld Commitment 2025 Milestone Progress Report: Building a sustainable future for UK food and drink.

https://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Courtauld_Commitment_2025_Milestone_Progress_Report.pdf

WRAP. (2020b). History of Courtauld: Tackling waste in the food supply chain since 2005.

<https://www.wrap.org.uk/food-drink/business-food-waste/history-courtauld> (31.03.2022)

Young, W., Russell, S. V., Robinson, C. A., & Barkemeyer, R. (2017). Can social media be a tool for reducing consumers' food waste? A behaviour change experiment by a UK retailer. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 195–203. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.10.016>

Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview. *Theory into Practice*, 41(2), 64–70.
https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2

A Anhang – Delegierter Beschluss (EU) 2019/1597

A.1 Anhang I – Zuordnung von Lebensmittelabfällen zu den verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette

Abbildung 19: Zuordnung von Lebensmittelabfällen zu den verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette gemäß Anhang I des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597

ANHANG I Zuordnung von Lebensmittelabfällen zu den verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette			
Stufen der Lebensmittelkette	Entsprechender Posten in der Abfallstatistik ⁽¹⁾ (einschließlich der Stufe der Lebensmittelkette)	Tätigkeit, bei der die Abfälle anfallen	
Primärerzeugung	Teil von Posten 1	Entsprechender NACE-Rev.-2-Code	Beschreibung
		Abschnitt A	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei
		Abteilung 01	Landwirtschaft, Jagd und damit verbundene Tätigkeiten
Verarbeitung und Herstellung	Teil von Posten 3	Abteilung 03	Fischerei und Aquakultur
		Abschnitt C	Verarbeitendes Gewerbe/Herstellung von Waren
		Abteilung 10	Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln
Einzelhandel und andere Formen des Vertriebs von Lebensmitteln	Teil von Posten 17	Abteilung 11	Getränkeherstellung
		Abschnitt G	Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen
		Abteilung 46	Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen und Krafträder)
Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen	Teil von Posten 17	Abteilung 47	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)
		Abschnitt I	Gastgewerbe/Beherbergung und Gastronomie
		Abteilung 55	Beherbergung
		Abteilung 56	Gastronomie
		Abschnitte N, O, P, Q, R, S	
		Abteilungen zu Tätigkeiten, in denen Verpflegungsdienstleistungen erbracht werden (z. B. Kantinen, Gesundheitswesen, Bildung, Verpflegung für Reisende)	
private Haushalte	Posten 19	„Haushalte“ im Sinne von Anhang I Abschnitt 8 Nummer 1.2 der Verordnung (EG) Nr. 2150/2002 zur Abfallstatistik	Abfallaufkommen aus Haushalten

⁽¹⁾ Anhang I Abschnitt 8 Nummer 1 der Verordnung (EG) Nr. 2150/2002..

Quelle: Delegierter Beschluss (EU) 2019/1597

A.2 Anhang II – Auflistung der berichtspflichtigen Abfallarten

Abbildung 20 Auflistung der berichtspflichtigen Abfallarten gemäß Anhang II des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597

ANHANG II	
Abfallcodes aus dem europäischen Abfallverzeichnis für Abfallarten, die in der Regel auch Lebensmittelabfälle umfassen	
Primärerzeugung	
02 01 02	Abfälle aus tierischem Gewebe
02 01 03	Abfälle aus pflanzlichem Gewebe
Verarbeitung und Herstellung	
02 02	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs
02 03	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse
02 04	Abfälle aus der Zuckerherstellung
02 05	Abfälle aus der Milchverarbeitung
02 06	Abfälle aus der Herstellung von Back- und Süßwaren
02 07	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao)
Einzelhandel und andere Formen des Vertriebs von Lebensmitteln	
20 01 08	biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle
20 01 25	Speiseöle und -fette
20 03 01	gemischte Siedlungsabfälle
20 03 02	Marktabfälle
16 03 06	organische Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 03 05 fallen
Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen	
20 01 08	biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle
20 01 25	Speiseöle und -fette
20 03 01	gemischte Siedlungsabfälle
private Haushalte	
20 01 08	biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle
20 01 25	Speiseöle und -fette
20 03 01	gemischte Siedlungsabfälle

Quelle: Delegierter Beschluss (EU) 2019/1597

B Anhang – Auflistung der in den einzelnen Stufen der Lebensmittelkette zusätzlich zum Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597 berücksichtigten Abfallschlüssel

Tabelle 36: Auflistung der in den einzelnen Stufen der Lebensmittelkette zusätzlich zum Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597, Anhang II, berücksichtigten Abfallschlüssel in Deutschland im Berichtsjahr 2020

Abfallschlüssel	Bezeichnung	Stufe der LMK				
		1	2	3	4	5
02 01	Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei					
02 01 02	Abfälle aus tierischem Gewebe	x	o		o	
02 01 03	Abfälle aus pflanzlichem Gewebe	x	o		o	
02 02	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs					
02 02 01	Schlämme von Wasch- und Reinigungsvorgängen		x			
02 02 02	Abfälle aus tierischem Gewebe	o	x	o	o	
02 02 03	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe		x			
02 02 04	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung		x			
02 02 99	Abfälle anderweitig nicht genannt	o	x	o	o	
02 03	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe und Hefeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse					
02 03 01	Schlämme aus Wasch-, Reinigungs-, Schäl-, Zentrifugier- und Abtrennprozessen		x			
02 03 02	Abfälle von Konservierungsstoffen		x			
02 03 03	Abfälle aus der Extraktion mit Lösemitteln		x			
02 03 04	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe		x			
02 03 05	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung		x			
02 03 99	Abfälle anderweitig nicht genannt	o	x		o	
02 04	Abfälle aus der Zuckerherstellung					
02 04 01	Rübenerde		x			
02 04 02	nicht spezifikationsgerechter Calciumcarbonatschlamm		x			
02 04 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung		x			
02 04 99	Abfälle anderweitig nicht genannt		x			
02 05	Abfälle aus der Milchverarbeitung					

Abfallschlüssel	Bezeichnung	Stufe der LMK				
		1	2	3	4	5
02 05 01	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe		x			
02 05 02	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung		x			
02 05 99	Abfälle anderweitig nicht genannt	o	x	o	o	
02 06	Abfälle aus der Herstellung von Back- und Süßwaren					
02 06 01	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe		x			
02 06 02	Abfälle von Konservierungsstoffen		x			
02 06 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung		x			
02 06 99	Abfälle anderweitig nicht genannt		x			
02 07	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao)					
02 07 01	Abfälle aus der Wäsche, Reinigung und mechanischen Zerkleinerung des Rohmaterials	o	x			
02 07 02	Abfälle aus der Alkoholdestillation		x			
02 07 03	Abfälle aus der chemischen Behandlung		x			
02 07 04	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe		x			
02 07 05	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung		x			
02 07 99	Abfälle anderweitig nicht genannt	o	x	o	o	
16 03	Fehlcharge und ungebrauchte Erzeugnisse					
16 03 06	organische Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 03 05 fallen	o	o	x	o	
20 01	Siedlungsabfälle: getrennt gesammelte Fraktionen					
20 01 08	biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle	o	o	x	x	x ¹
20 01 25	Speiseöle und -fette	o	o	x	x	x ¹
20 03	Siedlungsabfälle: andere Siedlungsabfälle					
20 03 01	gemischte Siedlungsabfälle	o	o	x	x	x
20 03 02	Marktabfälle	o	o	x	o	

x = Abfallschlüssel auf Stufen der LMK gemäß Delegiertem Beschluss (EU) 2019/1597, Anhang II.

o = Auf Grundlage der Ergebnisse der nationalen Abfallstatistiken auf weiteren Stufen der LMK berücksichtigte Abfallschlüssel. Einbezogen wurden ausschließlich Abfallschlüssel laut Anhang II des Delegierten Beschlusses (EU) 2019/1597.

¹ Dieser Abfallschlüssel wurde für Deutschland nicht auf Stufe 5 der LMK berücksichtigt, da dieser Abfallschlüssel im deutschen Abfallmanagementsystem in der Regel nicht über die privaten Haushalte entsorgt werden.

Quelle: Eigene Darstellung, StBA

C Anhang – Verteilung der Stichproben auf die Schichten (je Untersuchungskampagne) der Bioabfallanalyse

Tabelle 37: Verteilung der Stichprobeneinheiten auf die Schichten für die Bioabfallanalyse im Berichtsjahr 2020 (je Untersuchungskampagne)

Deutschland-Schicht		Anzahl der örE	Stichprobeneinheiten pro Schicht je öffentlich-rechtlichem Entsorgungsträger (örE)		
Siedlungsstruktur	Anschluss an die Biotonne		AB	City	GWA
Ländlich (<150 E/km ²)	hoch	4	72	24	24
	niedrig	2	24		6 ²
	keine Nutzung ¹	--	--	--	--
Ländlich dicht (150-750 E/km ²)	hoch	7	144	30	30
	niedrig	3	42	18	6
	keine Nutzung ¹	--	--	--	--
Städtisch/ Großstädtisch (>750 E/km ²)	hoch	3	18	18	18
	niedrig	7	57	63	45
	keine Nutzung ¹	--	--	--	--

¹ keine Nutzung der Biotonne

² In DE-Schicht 2 wurde City und GWA zusammengefasst, da für die Analysen keine Unterscheidung vorgenommen wurde.

Quelle: Eigene Darstellung, WI, ARGUS, INFA, USTUTT

D Anhang – Online Fragebogen

Abbildung 21: Online-Fragebogen

 Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz

 Umwelt
Bundesamt

 Destatis
Statistisches Bundesamt

 Universität Stuttgart

Monitoring und Berichterstattung der Lebensmittelabfälle in Deutschland gegenüber der EU-Kommission

Herzlich Willkommen zur Umfrage der Universität Stuttgart im Auftrag des Statistischen Bundesamtes (StBA).

Mit Ihrer Teilnahme können Sie einen wichtigen Beitrag zur Ermittlung der Lebensmittelabfälle in Deutschland im Jahr 2019 und im Jahr 2020 leisten. Die Ergebnisse werden in anonymisierter und aggregierter Form gegenüber der EU-Kommission im Jahr 2022, für das Berichtsjahr 2020, berichtet.

Hintergrund:
Gemäß der EU-Abfallrahmenrichtlinie (Richtlinie 2008/98/EG) sollen Lebensmittelabfälle bis ins Jahr 2030 deutlich verringert werden. Die EU-Kommission hat im Jahr 2019 zwei konkretisierende Beschlüsse erlassen, den Durchführungsbeschluss (EU) 2019/2000 zum Übermittlungsformat der Berichte und den Delegierten Beschluss (EU) 2019/1597 zur Erhebungsmethodik. Aufgrund dieser rechtlichen Bestimmungen muss Deutschland seiner erstmaligen Berichtspflicht zu Lebensmittelabfällen zum 30.06.2022 nachkommen und danach weiterhin jährlich die Masse der entstandenen Lebensmittelabfälle erfassen und der EU-Kommission berichten. Das Statistische Bundesamt (StBA) soll diese Berichtspflicht erfüllen und baut derzeit in Zusammenarbeit mit der Universität Stuttgart ein Monitoring für Lebensmittelabfälle auf.

Grundlage für das Monitoring sind amtliche Abfallstatistikerhebungen. Durch die vorliegende Umfrage sollen Abfallkoeffizienten ermittelt werden, die den Anteil an Lebensmittelabfällen und Nicht-Lebensmittelabfällen für Abfallschlüssel des Europäischen Abfallverzeichnisses (EAV) ausweisen.

Ziel ist eine möglichst repräsentative Ausweisung der Anteile an Lebensmittelabfällen in allen Abfallarten, um damit anhand der amtlichen Abfallstatistiken die Mengen der in Deutschland entsorgten Lebensmittelabfälle ausweisen zu können.

Hierfür sind wir auf Ihre Mithilfe angewiesen. Wir möchten Sie daher freundlich um Ihre Teilnahme an unserer Online-Umfrage (ggf. auch anonym) bitten und den Online-Fragebogen bis zum **14. März 2022** auszufüllen.

Ihre Daten werden vertraulich behandelt und ausschließlich in anonymisierter und aggregierter Form für das Monitoring verwendet.

Vielen Dank, dass Sie sich kurz Zeit nehmen und an dieser Umfrage teilnehmen.



Welche der folgenden Abfälle fielen bei Ihnen im Jahr 2019 an?

Bitte um Angabe der Abfallmenge und Anteil an Lebensmittelabfällen - sofern bekannt - in Bezug auf die nachfolgend genannten Abfallcodes aus dem europäischen Abfallverzeichnis für Abfallarten (EAV), die in der Regel auch Lebensmittelabfälle umfassen.

Weitere Erläuterungen und Ausfüllhinweise: Für diese Befragung ist es relevant, welchen Anteil die Lebensmittelabfälle an der Gesamtmenge der einzelnen Abfallschlüssel ausmachen. Bitte geben Sie in der ersten Spalte die Abfallmenge an, die aus dem Inland an die Abfallentsorgungsanlage angeliefert wurde. Bitte tragen Sie den Anteil an Lebensmittelabfällen als Masse-% in die zweite Spalte ein.

	Input Abfallentsorgungsanlage 2019 (aus Inland angeliefert und aus dem eigenen Betrieb) in t [Mg]	Anteil Lebensmittelabfälle in Masse-% [kg/kg]
EAV 02 01 02 (Landwirtschaft: Abfälle aus tierischem Gewebe)		
EAV 02 01 03 (Landwirtschaft: Abfälle aus pflanzlichem Gewebe)		
EAV 02 02 01 (Fleisch: Schlämme von Wasch-, Reinigungsvorgängen)		
EAV 02 02 02 (Fleisch: Abfälle aus tierischem Gewebe)		
EAV 02 02 03 (Fleisch: Für Verzehr ungeeignete Stoffe)		
EAV 02 02 04 (Fleisch: Schlämme (betriebseigene Abwasserbehandlung))		
EAV 02 02 99 (Fleisch, Fisch: Abfälle a.n.g.)		
EAV 02 03 01 (Obst: Schlämme aus Wasch-, Reinigungsprozessen)		
EAV 02 03 04 (Obst: Für Verzehr ungeeignete Stoffe)		
EAV 02 03 05 (Obst: Schlämme (betriebseigene Abwasserbehandlung))		
EAV 02 03 99 (Obst, Gemüse: Abfälle a.n.g.)		
EAV 02 04 99 (Zucker: Abfälle a.n.g.)		
EAV 02 05 01 (Milch: Für Verzehr ungeeignete Stoffe)		
EAV 02 05 02 (Milch: Schlämme (betriebseigene Abwasserbehandlung))		



	Input Abfallentsorgungsanlage 2019 (aus Inland angeliefert und aus dem eigenen Betrieb) in t [Mg]	Anteil Lebensmittelabfälle in Masse-% [kg/kg]
EAV 02 05 99 (Milch: Abfälle a.n.g.)		
EAV 02 06 01 (Back-, Süßwaren: Für Verzehr ungeeignete Stoffe)		
EAV 02 06 03 (Back-, Süßwaren: Schlämme (betriebseigene Abwasserbehandlung))		
EAV 02 07 01 (Getränke: Abfälle aus der Wäsche, Reinigung)		
EAV 02 07 02 (Getränke: Abfälle aus der Alkoholdestillation)		
EAV 02 07 04 (Getränke: Für Verzehr ungeeignete Stoffe)		
EAV 02 07 05 (Getränke: Schlämme (betriebseigene Abwasserbehandlung))		
EAV 02 07 99 (Getränke: Abfälle a.n.g.)		
EAV 16 03 06 (Organische Abfälle (ohne EAV 160305-U))		
EAV 20 01 08 (Biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle)		
EAV 20 01 25 (Speiseöle und -fette)		
EAV 20 02 01 (Biologisch abbaubare Abfälle)		
EAV 20 03 01 00 (Gemischte Siedlungsabfälle nicht differenzierbar)		
EAV 20 03 01 01 (Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle)		
EAV 20 03 01 02 (Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, getrennt gesammelt)		
EAV 20 03 01 04 (Abfälle aus der Biotonne)		
EAV 20 03 02 (Marktabfälle)		
EAV 20 03 99 (Siedlungsabfälle a.n.g.)		



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz



DIESTATIS
Statistisches Bundesamt



Universität Stuttgart

Wie haben Sie die Anteile an Lebensmittelabfällen aus der vorangegangenen Frage bestimmt?

Bitte geben Sie hier an, anhand welcher Erhebungsmethode die Daten zur Abfallzusammensetzung erhoben wurden.

- Information wurde Meldeschein entnommen (deklarationspflichtig)
- Durchführung von Abfallanalysen (z.B. Sortieranalysen)
- Schätzungen
- Sonstiges:
- Anteile an Lebensmittelabfällen sind nicht bekannt

Kommentare und Erklärungen



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz



DIESTATIS
Statistisches Bundesamt



Universität Stuttgart

Freiwillige Angabe der Kontaktdaten und Benennung eines An sprechpartners im Falle von Rückfragen.

Bitte um Angabe Ihrer Kontaktdaten.

Name	
Firma	
Telefonnummer	
E-Mail	

Quelle: Kern et al. (2022)

E Anhang – Übersichtstabelle AKO

Tabelle 38: Auflistung aller AKO inklusive Ermittlungsmethodik für das Berichtsjahr 2020 in Deutschland¹

Abfallschlüssel	Bezeichnung	Anzahl der Rückmeldungen aus Umfrage	Verwendete Ermittlungsmethodik für den AKO	AKO in %	Abfallmenge BJ 2020 in t vor AKO ²	Abfallmenge BJ 2020 in t nach AKO ²	Stufe der LMK
02 01	Abfälle aus Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei						
02 01 02	Abfälle aus tierischem Gewebe	2	Gutachterliche Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung)	0	46.174	0	1, 2, 4
02 01 03	Abfälle aus pflanzlichem Gewebe	13	Gutachterliche Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung)	33	634.993	209.548	1, 2, 4
02 02	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Fleisch, Fisch und anderen Nahrungsmitteln tierischen Ursprungs						
02 02 01	Schlämme von Wasch- und Reinigungsvorgängen	0	100% Obergrenze	100	10.917	10.917	2
02 02 02	Abfälle aus tierischem Gewebe	2	Gutachterliche Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung)	0	97.535	0	1-4
02 02 03	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	6	Gutachterliche Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung)	43	130.606	56.161	2
02 02 04	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung	6	Gutachterliche Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung)	54	362.523	195.762	2

Abfallschlüssel	Bezeichnung	Anzahl der Rückmeldungen aus Umfrage	Verwendete Ermittlungs-methodik für den AKO	AKO in %	Abfallmenge BJ 2020 in t vor AKO ²	Abfallmenge BJ 2020 in t nach AKO ²	Stufe der LMK
02 02 99	Abfälle anderweitig nicht genannt	0	100% Obergrenze	100	84.116	84.116	1-4
02 03	Abfälle aus der Zubereitung und Verarbeitung von Obst, Gemüse, Getreide, Speiseölen, Kakao, Kaffee, Tee und Tabak, aus der Konservenherstellung, der Herstellung von Hefe und Hefeeextrakt sowie der Zubereitung und Fermentierung von Melasse						
02 03 01	Schlämme aus Wasch-, Reinigungs-, Schäl-, Zentrifugier- und Abtrennprozessen	1	100% Obergrenze	100	53.174	53.174	2
02 03 02	Abfälle von Konservierungsstoffen	Nicht abgefragt	100% Obergrenze	100	0	0	2
02 03 03	Abfälle aus der Extraktion mit Lösemitteln	Nicht abgefragt	100% Obergrenze	100	/	/	2
02 03 04	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	16	Gutachterliche Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung)	71	104.324	74.070	2
02 03 05	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung	1	100% Obergrenze	100	109.055	109.055	2
02 03 99	Abfälle anderweitig nicht genannt	1	100% Obergrenze	100	41.430	41.430	1, 2, 4
02 04	Abfälle aus der Zuckerherstellung						
02 04 01	Rübenerde	Nicht abgefragt	100% Obergrenze	100	/	/	2
02 04 02	nicht spezifikationsgerechter Calciumcarbonatschlamm	Nicht abgefragt	100% Obergrenze	100	/	/	2
02 04 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung	Nicht abgefragt	100% Obergrenze	100	0	0	2
02 04 99	Abfälle anderweitig nicht genannt	1	100% Obergrenze	100	/	/	2

Abfallschlüssel	Bezeichnung	Anzahl der Rückmeldungen aus Umfrage	Verwendete Ermittlungs-methodik für den AKO	AKO in %	Abfallmenge BJ 2020 in t vor AKO²	Abfallmenge BJ 2020 in t nach AKO²	Stufe der LMK
02 05	Abfälle aus der Milchverarbeitung						
02 05 01	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	2	Gutachterliche Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung)	100	159.888	159.888	2
02 05 02	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung	2	Gutachterliche Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung)	54	52.143	28.157	2
02 05 99	Abfälle anderweitig nicht genannt	0	100% Obergrenze	100	19.409	19.409	1-4
02 06	Abfälle aus der Herstellung von Back- und Süßwaren						
02 06 01	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	6	Gutachterliche Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung)	100	275.045	275.045	2
02 06 02	Abfälle von Konservierungsstoffen	Nicht abgefragt	100% Obergrenze	100	0	0	2
02 06 03	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung	0	100% Obergrenze	100	6.037	6.037	2
02 06 99	Abfälle anderweitig nicht genannt	Nicht abgefragt	100% Obergrenze	100	764	764	2
02 07	Abfälle aus der Herstellung von alkoholischen und alkoholfreien Getränken (ohne Kaffee, Tee und Kakao)						
02 07 01	Abfälle aus der Wäsche, Reinigung und mechanischen Zerkleinerung des Rohmaterials	0	100% Obergrenze	100	1.657	1.657	1, 2
02 07 02	Abfälle aus der Alkoholdestillation	0	100% Obergrenze	100	/	/	2
02 07 03	Abfälle aus der chemischen Behandlung	Nicht abgefragt	100% Obergrenze	100	0	0	2

Abfall-schlüssel	Bezeichnung	Anzahl der Rückmeldungen aus Umfrage	Verwendete Ermittlungs-methodik für den AKO	AKO in %	Abfallmenge BJ 2020 in t vor AKO ²	Abfallmenge BJ 2020 in t nach AKO ²	Stufe der LMK
02 07 04	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	3	Gutachterliche Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung)	71	67.350	47.818	2
02 07 05	Schlämme aus der betriebseigenen Abwasserbehandlung	1	100% Obergrenze	100	5258	5258	2
02 07 99	Abfälle anderweitig nicht genannt	0	100% Obergrenze	100	3.433	3.433	1-4
16 03	Fehlcharge und ungebrauchte Erzeugnisse						
16 03 06	organische Abfälle mit Ausnahme derjenigen, die unter 16 03 05 fallen	1	100% Obergrenze	100	10.046	10.046	1-4
20 01	Siedlungsabfälle: getrennt gesammelte Fraktionen						
20 01 08	biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle	8	Gutachterliche Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung)	100	903.857	903.857	1-4
20 01 25	Speiseöle und -fette	2	Gutachterliche Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung)	100	53.449	53.449	1-4
20 03	Siedlungsabfälle: andere Siedlungsabfälle						
20 03 01 ³	gemischte Siedlungsabfälle		Gewichteter Mittelwert des Konsortiums	29	22.429.665	7.287.707 ⁵	1-5
20 03 01 00 ⁴	gemischte Siedlungsabfälle nicht differenzierbar		Wurde nicht ermittelt; Verwendung des AKO von 20 03 01	29	Mengenausweisung nicht möglich. Menge ist in 20 03 01 inkludiert.		1-4

Abfallschlüssel	Bezeichnung	Anzahl der Rückmeldungen aus Umfrage	Verwendete Ermittlungs-methodik für den AKO	AKO in %	Abfallmenge BJ 2020 in t vor AKO ²	Abfallmenge BJ 2020 in t nach AKO ²	Stufe der LMK
20 03 01 01 ⁴	Hausmüll, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle		Abfallsortieranalysen	33	10.765.345	3.552.564	5
20 03 01 02 ⁴	hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, getrennt gesammelt		Abfallsortieranalysen, Expertenschätzung	4	Mengenausweisung nicht möglich. Menge ist in 20 03 01 inkludiert.		1-4
20 03 01 04 ⁴	Abfälle aus der Biotonne		Abfallsortieranalysen	36	5.035.581	1.812.809	5
20 03 02	Marktabfälle	5	Gutachterliche Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung)	100	82.426	82.426	1-4

/ = Kein Nachweis wegen eingeschränkter statistischer Belastbarkeit.

¹ Die ausgewiesenen Abfallmengen pro Abfallschlüssel stellen ausschließlich aggregierte WZ- und Stufenergebnisse der LMK dar.

² Ermittelte Werte aus der Datenbasis des MLMA, BJ 2020, ohne Berücksichtigung der EK (1.130.908 t), gerundete Werte.

³ Inklusive der Berücksichtigung der Modifikation „Geschäftsmüll“. Nähere Informationen zur Verteilung des Geschäftsmülls auf die Stufen der LMK liefert Kapitel 5.1.2.2.

⁴ Abfallschlüssel werden üblicherweise im Europäischen Abfallverzeichnis als sechsstellige Nummer aufgeführt. Für eine detailliertere Klassifikation werden in Deutschland teilweise achtstellige Nummern ausgewiesen, wie beispielsweise bei den gemischten Siedlungsabfällen.

⁵ Diese Summe setzt sich aus den Werten der vier Achtsteller – inklusive der Anwendung der jeweiligen AKO – zusammen.

Quelle: Eigene Darstellung, StBA

Ergänzende Erklärung zur Ermittlungsmethodik der AKO-Bestimmung:

Der AKO für die gemischten Siedlungsabfälle (20 03 01) wurde auf Grundlage von Abfallsortieranalysen und einer Expertenschätzung gebildet (siehe Kapitel 6.1).

Abfallschlüssel, die im BJ 2019 weniger als 1.000 t Abfallmenge aufwiesen, wurden in der freiwilligen Online-Befragung nicht abgefragt. Die AKO für diese Abfallschlüssel wurden auf 100 % gesetzt. Dies betraf acht Abfallschlüssel (siehe Kapitel 6.2.3).

Die AKO der Abfallschlüssel mit weniger als zwei Angaben aus der vom Konsortium durchgeföhrten freiwilligen Online-Befragung weniger wurden ebenfalls auf 100 % gesetzt. Für sechs Abfallschlüssel lag jeweils eine Angabe vor, für sieben Abfallschlüssel lagen keine Angaben vor (siehe Kapitel 6.2.5).

Die AKO für Abfallschlüssel mit mindestens zwei Angaben aus der vom Konsortium durchgeföhrten freiwilligen Online-Befragung wurden auf Grundlage der Gutachterlichen Einschätzung (ergänzend zur t-Verteilung) des Konsortiums gebildet. Dies betraf 13 Abfallschlüssel (siehe Kapitel 6.2.5).