

Lebensmittelabfälle in Deutschland

– Baseline 2015 –

Thomas Schmidt, Felicitas Schneider, Dominik Leverenz, Gerold Hafner

Thünen Report 71

Bibliografische Information:
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikationen in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter www.dnb.de abrufbar.

Bibliographic information:
The Deutsche Nationalbibliothek (German National Library) lists this publication in the German National Bibliography; detailed bibliographic data is available on the Internet at www.dnb.de

Bereits in dieser Reihe erschienene Bände finden Sie im Internet unter www.thuenen.de

Volumes already published in this series are available on the Internet at www.thuenen.de

Zitativonsvorschlag – Suggested source citati on:
Schmidt T, Schneider F, Leverenz D, Hafner G (2019) Lebensmittelabfälle in Deutschland – Baseline 2015 –. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 79 p, Thünen Rep 71, DOI: 10.3220/REP1563519883000

Die Verantwortung für die Inhalte liegt bei den jeweiligen Verfassern bzw. Verfasserinnen.

The respective authors are responsible for the content of their publications.



THÜNEN

Thünen Report 71

Herausgeber/Redaktionsanschrift – *Editor/address*

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Germany

thuenen-report@thuenen.de
www.thuenen.de

ISSN 2196-2324
ISBN 978-3-86576-198-9
DOI: 10.3220/REP1563519883000
urn:nbn:de:gbv:

Dr. Thomas Schmidt

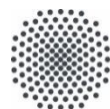
Thünen-Institut für Ländliche Räume
Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 64
D-38116 Braunschweig
Telefon: +49 531 596-5507
E-Mail: thomas.schmidt@thuenen.de
Internet: <https://www.thuenen.de/de/lr/>

**Dr. Felicitas Schneider**

Thünen-Institut für Marktanalyse
Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 63
D-38116 Braunschweig
Telefon: +49 531 596-5335
E-Mail: felicitas.schneider@thuenen.de
Internet: <https://www.thuenen.de/de/ma/>

Dipl.-Ing. Dominik Leverenz

„Ressourcenmanagement und industrielle Kreislaufwirtschaft“
Lehrstuhl für Abfallwirtschaft und Abluft
Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft
ISWA – Universität Stuttgart
Bandtäle 2
D-70569 Stuttgart
Telefon: +49 711 6856-5816
E-Mail: dominik.leverenz@iswa.uni-stuttgart.de
Internet: <http://www.iswa.uni-stuttgart.de/afw/>

**Universität Stuttgart****Dr.-Ing. Gerold Hafner**

Ressourcenmanagement und industrielle Kreislaufwirtschaft"
Lehrstuhl für Abfallwirtschaft und Abluft
Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft
ISWA – Universität Stuttgart
Bandtäle 2
D-70569 Stuttgart
Telefon: +49 711 6856-5438
E-Mail: gerold.hafner@iswa.uni-stuttgart.de
Internet: <http://www.iswa.uni-stuttgart.de/afw/>

Thünen Report 71

Braunschweig/Germany, September 2019

Zusammenfassung

Nach FAO-Angaben werden weltweit etwa ein Drittel aller produzierten Lebensmittel weggeworfen. Die Reduzierung dieser Lebensmittelverschwendung auf Einzelhandels- und Verbraucherebene um 50 % bis 2030 ist eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung, der sich auch die Bundesregierung stellt und u. a. eine Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung beschloss sowie einen entsprechenden Indikator für die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie prüft. Der hier vorliegende Entwurf einer Baseline stellt eine Entscheidungsgrundlage für die Berechnung und Berichterstattung der Lebensmittelabfälle 2015 in Deutschland dar. Daten und Methoden sowie die daraus resultierenden Ergebnisse inklusive Qualitätsreport sind auch konform mit dem entsprechenden und ebenfalls im Entwurf vorliegenden Delegierten Beschluss der EU für die zukünftige Berichterstattung. Die Baseline-Berechnung erfolgt grundsätzlich auf der Datenbasis von 2015, wobei entweder die Erhebungen genau aus diesem Jahr stammen, oder von den zeitlich am nächsten liegenden Erhebungen anderer Jahre übertragen werden. Dies gilt besonders auch für die angewandten Koeffizienten, die sich meist aus Abfallanalysen und Befragungen oder Buchungsdaten und sonstigen Erhebungen herleiten.

Die Gesamtabfallmenge 2015 für Lebensmittelabfälle in Deutschland beträgt fast 11,9 Millionen Tonnen Frischmasse, wobei die Primärproduktion einen Anteil von 12 % (1,36 Mio. t), die Verarbeitung von 18 % (2,17 Mio. t), der Handel von 4 % (0,49 Mio. t) und die Außer-Haus-Verpflegung von 14 % (1,69 Mio. t) ausmacht. Der Großteil der Lebensmittelabfälle entsteht mit 52 % (6,14 Mio. t) in privaten Haushalten, dies entspricht etwa 75 kg pro Kopf im Jahr 2015.

Über alle Sektoren hinweg wäre nach den vorliegenden Hochrechnungen etwa die Hälfte der Abfälle theoretisch vermeidbar. Die Qualität der Daten und der Datenanalyse wurde ergänzend bewertet. Unsicherheiten in der Datenlage bestehen vor allem in den Bereichen Primärproduktion, Verarbeitung und Handel. Insbesondere beeinflusst der Handelssektor die Lebensmittelabfälle im vorgelagerten Bereich z. B. durch Qualitätsansprüche und Retouren sowie im Konsumbereich durch Kaufanreize. Eine koordinierte Zusammenarbeit mit Akteuren aus Primärproduktion, Verarbeitung und Handel sowie Konsum ist notwendig, um zukünftig die Datenlage zu verbessern und Schnittstellen zu optimieren.

Die vorliegende Baseline berichtet die Lebensmittelabfälle in Tonnen Frischmasse, ohne deren Wertigkeit und die Trends zu berücksichtigen. Für eine Nachhaltigkeitsbewertung reicht dies nicht aus. Zukünftig müssten dafür ökologische, ökonomische und soziale Ableitungen aus der Baseline folgen, die dann auch z. B. den Klimaschutzplan 2050 unterstützen könnten. Signifikante Veränderungen im Zeitablauf geben darüber hinaus Aufschluss über positive oder auch negative Trends und sind somit ein Gradmesser für allgemeine Entwicklungen in Kombination mit Maßnahmen zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung.

JEL: Q01

Schlüsselwörter: Lebensmittelabfälle, Indikator, Deutschland, Baseline

Abstract

According to FAO data, about one-third of all food produced worldwide is discarded. Reducing this food waste by 50 % at the retail and consumer levels until the year 2030 is a societal challenge currently faced by the German government as well. The German National Strategy for Food Waste Reduction and German's Strategy for Sustainable Development address this topic. The draft of a baseline presented here provides a basis for decision-making for the calculation and reporting of food waste 2015 in Germany. Data and methods as well as the results, including the quality report, are also compliant with the relevant EU Delegated Decision for future reporting. The baseline calculation is based on data from 2015, whereby surveys either originate from this year, or are transferred from the most recent surveys of other years. This applies in particular to the applied coefficients derived from waste analyses, surveys and accounting data, or other records.

The total amount of food waste produced in 2015 in Germany amounts to almost 11.9 million tons of fresh mass, with primary production accounting for 12 % (1.36 million tons); processing 18 % (2.17 million tons); trade 4 % (0.49 million tons) and out-of-home catering for 14 % (1.69 million tons). The bulk of food waste is generated in private households at 52 % (6.14 million tons), which is equivalent to about 75 kg per capita in 2015.

Across all sectors, about half of the waste could theoretically be avoidable. Both the quality of the data and the data analysis are assessed. Uncertainties in the data situation exist above all in the areas of primary production, processing and trading. In particular, the retail sector influences food waste in the upstream sector due to quality claims and returns as well as in the consumer sector due to purchase incentives. Coordinated cooperation with actors from primary production, processing and trading as well as consumption is necessary in order to improve the data situation and optimize interfaces in the future.

The present baseline reports the food waste in tons of fresh mass without considering its value and the trends. This is not enough for a sustainability assessment. In the future, ecological, economic and social inferences from the baseline would have to follow. For example, they could support the Climate Action Plan 2050. Significant changes over time also shed light on positive or negative trends, and thus provide a gauge of overall trends in combination with measures to reduce food waste.

JEL: Q01

Keywords: Food waste, indicator, Germany, baseline

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	i
Abstract	ii
Verzeichnisse	IV
Kurzfassung	XI
Summary	XVII
1 Veranlassung	1
2 Hintergrund	3
2.1 Globaler und europäischer Kontext	3
2.2 Nationale Strategie	14
2.3 Initiativen der Bundesländer	16
2.4 Definitionen	18
3 Baseline 2015	21
3.1 Methode	22
3.2 Daten	33
3.3 Ergebnis	47
3.4 Qualitätsreport	64
4 Monitoring	67
4.1 Einbindung der Dialogforen	67
4.2 Zeitreihe und Berichterstattung	68
5 Fazit	69
Literatur	71

Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung K.1:	Zulässige und unzulässige Messmethoden gemäß Delegiertem Beschluss – Annex III	XII
Abbildung K.2:	Lebensmittelabfälle (2015) und deren vermeidbare Anteile in Deutschland (1.000 t/a)	XIV
Abbildung K.3:	Darstellung der prozentualen Anteile der Lebensmittelabfälle nach Bereichen der Wertschöpfungskette für Lebensmittel 2015 in Deutschland. Die Mittelwerte sind aufgetragen in t/a	XV
Figure S.1:	Permissible and non-permissible measurement methods according to delegated decision – Annex 3	XVIII
Figure S.2:	Food waste (2015) and avoidable shares in Germany (1,000 t / a)	XIX
Figure S.3:	The percentual protions of food waste in Germany according to the areas of the value creation chain for food in 2015. The averages are presented in tons/annum	XX
Abbildung 1:	Empfehlung zur Systemabgrenzung für die Interpretation des SDG 12.3	5
Abbildung 2:	Vermeidungsziele für Lebensmittelverluste und -abfälle auf nationaler und regionaler Basis	6
Abbildung 3:	Struktur für die zukünftige Zusammenarbeit im Dialogforum	15
Abbildung 4:	Prozess zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung	16
Abbildung 5:	Zulässige und unzulässige Messmethoden gem. Delegiertem Beschluss – Annex III	21
Abbildung 6:	Ursachen der Abfallentstehung im lebensmittelverarbeitenden Gewerbe – Ergebnisse der Unternehmensbefragung (n=100)	50
Abbildung 7:	Lebensmittelabfälle (2015) und deren vermeidbare Anteile in Deutschland (1.000 t/a)	59
Abbildung 8:	Darstellung der prozentualen Anteile der Lebensmittelabfälle nach Bereichen der Wertschöpfungskette für Lebensmittel 2015 in Deutschland. Die Mittelwerte sind aufgetragen in t/a	60
Abbildung 9:	Darstellung der beiden Baseline-Szenarien für die Berichterstattung von Lebensmittelabfällen in deutschen Haushalten für 2015. Die Mittelwerte sind aufgetragen in kg/(E-a)	62

Tabellenverzeichnis:

Table S. 1:	Food waste in Germany in 2015 - Summary of the results of the five subsections	XIX
Tabelle 1:	Erzeugungsmengen von Lebensmitteln in der deutschen Landwirtschaft 2015/2016	33
Tabelle 2:	Verwendete Abfallkoeffizienten zur Ermittlung der Lebensmittelabfälle während Nachernteprozessen, Lagerung und Transport in der deutschen Landwirtschaft	34
Tabelle 3:	Anteile von Schalen und Knochen an Lebensmitteln	34
Tabelle 4:	Produktionsmenge des lebensmittelverarbeitenden Gewerbes in Deutschland im Jahr 2015 (DESTATIS, 2015m)	35
Tabelle 5:	Nebenerzeugnisse des lebensmittelverarbeitenden Gewerbes im Jahr 2015	36
Tabelle 6:	Organische Abfallmengen des lebensmittelverarbeitenden Gewerbes im Jahr 2015 gemäß Europäischem Abfallkatalog (EAV)	36
Tabelle 7:	Ermittelte Abfallquoten in Bezug auf die jeweilige Produktionsmenge – Ergebnisse aus einer Unternehmensbefragung (n=100) des lebensmittelverarbeitenden Gewerbes	37
Tabelle 8:	Abfallkennziffern im lebensmittelverarbeitenden Gewerbe – Literaturwerte	38
Tabelle 9:	Umsatz im Handel: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige, Produkte	38
Tabelle 10:	Umsatz des deutschen Lebensmitteleinzelhandels im Jahr 2015	39
Tabelle 11:	Übersicht der Umsatzverluste aus Bruch und Verderb im Lebensmitteleinzelhandel nach Warengruppen	39
Tabelle 12:	Umrechnungsfaktoren: Durchschnittliche Verkaufspreise pro Produktgruppe	40
Tabelle 13:	Verkaufsfläche des Lebensmitteleinzelhandels 2015 und spezifische Abfallkennwerte	40
Tabelle 14:	Statistische Datengrundlagen zur Ermittlung der Lebensmittelabfälle im Außer-Haus-Verzehr	41
Tabelle 15:	Lebensmittelabfälle in verschiedenen Einrichtungsarten im Außer-Haus-Verzehr – Abfallkoeffizienten aus der Fachliteratur	42
Tabelle 16:	Geschäftsmüllanteile am Haus- und Geschäftsmüll im Vergleich mehrerer Literaturquellen	43

Tabelle 17:	Datengrundlagen und Annahmen für die Hochrechnung der Menge an Lebensmittelabfällen im Restmüll aus Haushalten	44
Tabelle 18:	Datengrundlage für den Anteil der Lebensmittelabfälle an der Biotonne-Sammelmenge	45
Tabelle 19:	Annahmen für die Hochrechnung der Menge an Lebensmittelabfällen in der Biotonne	45
Tabelle 20:	Verteilung von Lebensmittelabfällen auf unterschiedliche Entsorgungswege – Gegenüberstellung von Literaturwerten	46
Tabelle 21:	Marktverluste während Nachernteprozessen, Lagerung und Transport in der deutschen Landwirtschaft im Bilanzraum 2015/2016	47
Tabelle 22:	Lebensmittelabfälle während Nachernteprozessen, Lagerung und Transport in der deutschen Landwirtschaft im Bilanzraum 2015/2016 – Ergebnisse der Hochrechnung	48
Tabelle 23:	Lebensmittelabfälle im lebensmittelverarbeitenden Gewerbe im Jahr 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung basierend auf Abfallkoeffizienten aus der Literatur	49
Tabelle 24:	Lebensmittelabfälle im lebensmittelverarbeitenden Gewerbe im Jahr 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung basierend auf einer Unternehmensbefragung (n=100)	51
Tabelle 25:	Lebensmittelabfälle des deutschen Lebensmitteleinzelhandels im Jahr 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung basierend auf den Umsatzverlusten	51
Tabelle 26:	Lebensmittelabfälle des deutschen Lebensmittelhandels in 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung basierend auf spezifischen Abfallkennwerten	52
Tabelle 27:	Lebensmittelabfälle im Außer-Haus-Verzehr 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung basierend auf Abfallkoeffizienten aus der Literatur	53
Tabelle 28:	Vergleich der berechneten Lebensmittelabfälle aus dem Außer-Haus-Verzehr auf Berechnungsbasis von Abfallkoeffizienten und Abfallstatistiken	54
Tabelle 29:	Menge und Anteile an Lebensmittelabfällen im Restmüll aus Haushalten in Deutschland 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung	55
Tabelle 30:	Menge und Anteile an Lebensmittelabfällen in der Biotonne aus Haushalten in Deutschland 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung	56
Tabelle 31:	Menge an Lebensmittelabfällen im kommunalen Abfallsammelsystem in Deutschland 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung	56

Tabelle 32:	Menge und Anteile der Lebensmittelabfälle aus Haushalten inkl. sonstiger Entsorgungswege in Deutschland 2015 – Ergebnisse der Hochrechnungen	57
Tabelle 33:	Berichtspflichtige Menge an Lebensmittelabfällen aus Haushalten in Deutschland 2015 und deren Vermeidbarkeit – Ergebnisse der Hochrechnungen (exklusive Kanalisation)	57
Tabelle 34:	Berichtspflichtige Lebensmittelabfälle in Deutschland im Jahr 2015 – Ergebniszusammenfassung der unterschiedlichen Bereiche	58

Abkürzungsverzeichnis:

A	
a	anno, Jahr
AG	Arbeitsgruppe
B	
BayLfU	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
BFMP	Better Food for More People
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
D	
DESTATIS	Statistisches Bundesamt
d. h.	das heißt
DNS	Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie
E	
E	Einwohner*in
EHI	EHI Retail Institute
ELoFoS	Efficient Lowering of Food Waste in the Out-of-Home Sector
EU	Europäische Union
F	
FAO	Food and Agriculture Organisation, Welternährungsorganisation
FLW	Food Loss and Waste
G	
GFI	Gemeinschaft zur Förderung der Interessen der Deutschen Großmärkte e.V.
GFS	Gemeinsame Forschungsstelle
J	
JRC	Joint Research Centre
K	
kg	Kilogramm
L	
LAU	Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LKV	Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.
LMA	Lebensmittelabfall
M	
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
MRI	Max Rubner-Institut
MS	EU-Mitgliedstaat
MW	Mittelwert

N

NACE Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne, System zur Klassifizierung von Wirtschaftszweigen in Europa

O

o. g. oben genannt

R

REFOWAS pathways to REduce FOod WASTe

REFRESH Resource Efficient Food and dRink for the Entire Supply cHain

S

s. siehe

SB Selbstbedienung

SDG Sustainable Development Goal, Nachhaltigkeitsziele der Agenda 2030

T

t Tonnen, tons

U

u. a. unter anderem

UK United Kingdom, Vereinigtes Königreich

UN United Nations, Vereinte Nationen

UNEP United Nations Environmental Program, Umweltprogramm der Vereinten Nationen

USA United States of America, Vereinigte Staaten von Amerika

usw. und so weiter

V

v. a. vor allem

vgl. vergleiche

VN Vereinte Nationen

VO Verordnung

VPI Verbraucherpreisindizes

Z

z. B. zum Beispiel

z. T. zum Teil

Kurzfassung

Im Februar 2019 wurde die 'Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung' vom Bundeskabinett beschlossen und damit ein Rahmen für die zukünftige Ausrichtung dieser Initiative gesetzt. Darin wurde unter anderem festgelegt, dass eine interministerielle 'Arbeitsgruppe Indikator 12.3' die Datengrundlagen und Methoden für eine bundeseinheitliche Bilanzierung des Lebensmittelabfallaufkommens erarbeitet (Baseline). Diese Status-quo-Analyse soll auf Grundlage vorhandener Daten aus dem Jahr 2015 als Ausgangspunkt zur Vereinbarung von Zielmarken für die jeweiligen Sektoren verwendet werden. Sie ist auch Ausgangspunkt zur Beurteilung der Fortschritte und eines kontinuierlichen Monitorings. Im weiteren Zeitablauf koordiniert die Arbeitsgruppe die Berichterstattung für die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie und der Abfallrahmenrichtlinie an die Europäische Union sowie für die Agenda 2030.

Als Entscheidungsgrundlage sollte das Thünen-Institut einen Vorschlag für diese Baseline 2015 vorbereiten und mit der Arbeitsgruppe diskutieren. Das Thünen-Institut hat die Universität Stuttgart in diesen Prozess eingebunden, da dort große Fachkompetenz durch die Erstellung einer ersten nationalen Bilanzierung von Lebensmittelabfällen im Jahr 2012¹ und weitere Methodenentwicklungen in Forschungsvorhaben wie dem Verbundprojekt REFOWAS², vorliegt.

Die Baseline 2015, das heißt die Lebensmittelabfälle in der gesamten Wertschöpfungskette, aufgeteilt in fünf Teilsektoren (Primärproduktion, Verarbeitung, Handel, Außer-Haus-Verpflegung, private Haushalte), ist zu berechnen, um die gesetzte Zielerreichung und deren Zwischenschritte feststellen zu können. Dieser Indikator soll die Lebensmittelabfälle in Tonnen Frischmasse berichten und als Grundlage für eine kontinuierliche Berichterstattung in den Jahren 2020 bis 2030 dienen. Das dafür notwendige Monitoring baut auf dieser Baseline auf und wird in den Folgejahren sukzessive ausgebaut, um Entwicklungen abbilden zu können.



Daten und Methoden:

Der Delegierte Beschluss (EU) / der Kommission vom 03.05.2019 zur Ergänzung der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf eine gemeinsame Methodik und Mindestqualitätsanforderungen für die einheitliche Messung des Umfangs von Lebensmittelabfällen erlaubt die nachfolgend dargestellten Messmethoden (vgl. Abbildung K.1).

¹ Hafner et al. (2012) Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland. Universität Stuttgart.

² <https://refowas.de/>

Abbildung K.1: Zulässige und unzulässige Messmethoden gemäß Delegiertem Beschluss – Annex III

Messmethoden					
Direkte Messung			✓	✓	✓
Massenbilanz	✓	✓			
Analyse der Zusammensetzung der Abfälle				✓	✓
Fragebogen und Befragungen		✓	✓		
Koeffizienten und Statistiken zur Erzeugung	✓	✓	✓		
Zählung/Scannen			✓		
Aufzeichnungen				✓	✓



Angewendete Zulässige Messmethode



Unzulässige Messmethode

Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an Anhang III des Entwurfs des DELEGIERTEN BESCHLUSSES (EU) .../... DER KOMMISSION zur Ergänzung der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf eine gemeinsame Methodik und Mindestqualitätsanforderungen für die einheitliche Messung des Umfangs von Lebensmittelabfällen vom 3.5.2019.

Die in dieser Studie verwendeten Daten aus direkten Messungen, Massenbilanzen, Abfallanalysen, Befragungen, Koeffizienten, Statistiken, Zählungen und Aufzeichnungen stellen eine Kombination verschiedener Methoden und Quellen dar, wobei es sich jeweils um die beste verfügbare Datenlage zum Zeitpunkt der Untersuchung handelt. Im Handel wurden ergänzend zu den im Delegierten Beschluss empfohlenen Methoden auch Befragungen sowie Koeffizienten in Zusammenarbeit mit relevanten Akteuren erarbeitet. Diese methodische Ergänzung wurde angewendet, um trotz der rudimentären Datenlage orientierende Aussagen treffen zu können.

Ergebnisse:

Die Bandbreite an Lebensmittelabfällen in Deutschland sowie deren vermeidbare Anteile sind in Tabelle K.1 nach den Bereichen der Wertschöpfungskette für Lebensmittel zusammengefasst:

Tabelle K.1: Lebensmittelabfälle in Deutschland im Jahr 2015 – Ergebniszusammenfassung der fünf Teilbereiche

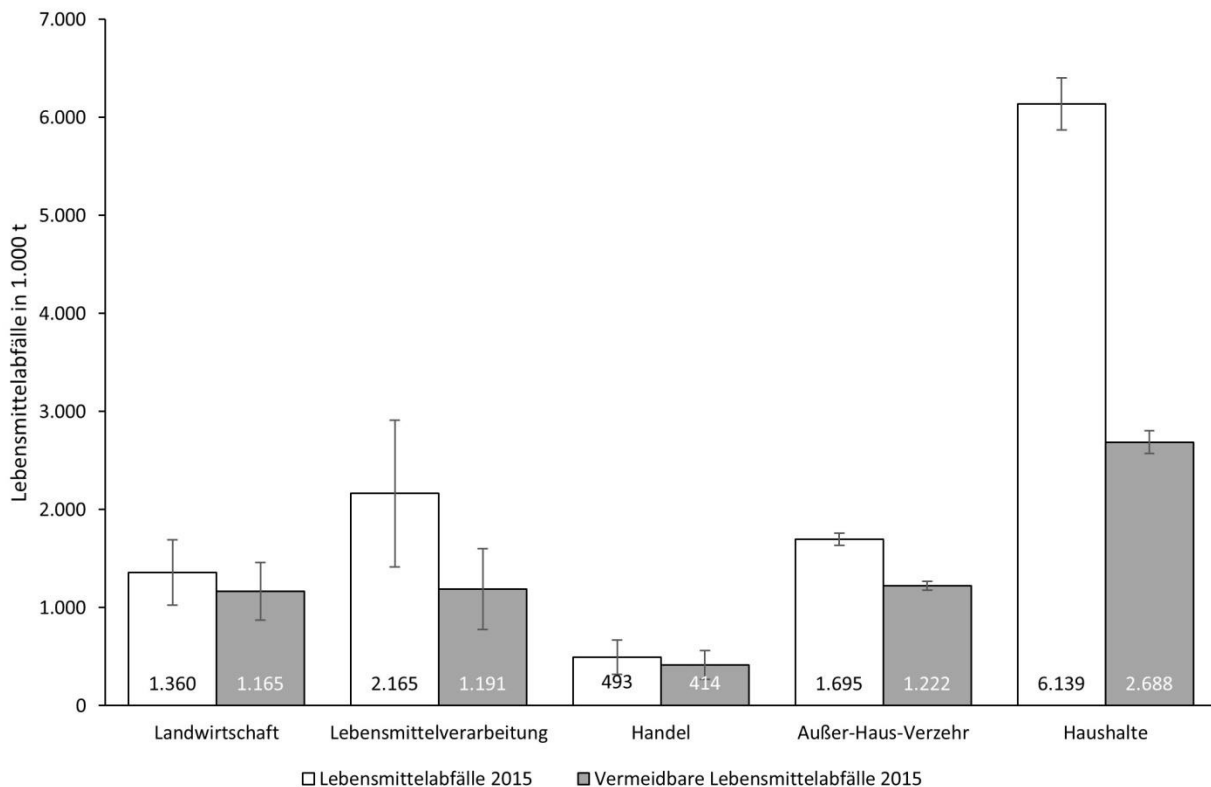
2015 Bereiche der Wertschöpfungskette	Lebensmittelabfall in Mio. t			Vermeidbarer Lebensmittelabfall in Mio. t		
	von	bis	MW	von	bis	MW
Primärproduktion	1,03	1,69	1,36	0,87	1,46	1,17
Lebensmittelverarbeitung	1,42	2,91	2,17	0,78	1,60	1,19
Handel	0,32	0,67	0,49	0,27	0,56	0,41
Außer-Haus-Verzehr	1,63	1,76	1,69	1,18	1,27	1,22
Haushalte (exklusive Kanalisation)	5,87	6,40	6,14	2,57	2,80	2,69
<u>ΣLebensmittelabfall</u>	<u>10,27</u>	<u>13,43</u>	<u>11,86</u>	<u>5,67</u>	<u>7,69</u>	<u>6,68</u>

Quelle: Eigene Darstellung.

Summiert man vereinfachend die Mittelwerte dieser Bandbreiten auf, so ergibt sich eine Gesamtmenge von rund 11,86 Millionen Tonnen an Lebensmittelabfällen im Jahr 2015, wovon rund 6,68 Millionen Tonnen theoretisch vermeidbar wären³. Abbildung K.2 veranschaulicht die Bandbreiten der Lebensmittelabfälle in Deutschland sowie deren vermeidbare Anteile, aufgeschlüsselt nach den untersuchten Bereichen der Lebensmittelwertschöpfungskette. Für die Ermittlung der Lebensmittelabfälle in Deutschland liegen oftmals keine gesicherten statistischen Daten vor. Die Hochrechnung der Abfallmengen und die Ausweisung vermeidbarer Anteile basiert dabei größtenteils auf nicht repräsentativen Stichproben aus der Literatur. Vor diesem Hintergrund stellen die ermittelten Mengen und deren Vermeidungspotenziale eine Abschätzung über deren Größenordnung dar, die keine Aussagen hinsichtlich der statistischen Genauigkeit zulassen.

³ "Vermeidbarkeit" von Lebensmittelabfällen: s. Kapitel 2.4 Definitionen.

Abbildung K.2: Lebensmittelabfälle (2015) und deren vermeidbare Anteile in Deutschland (1.000 t/a)

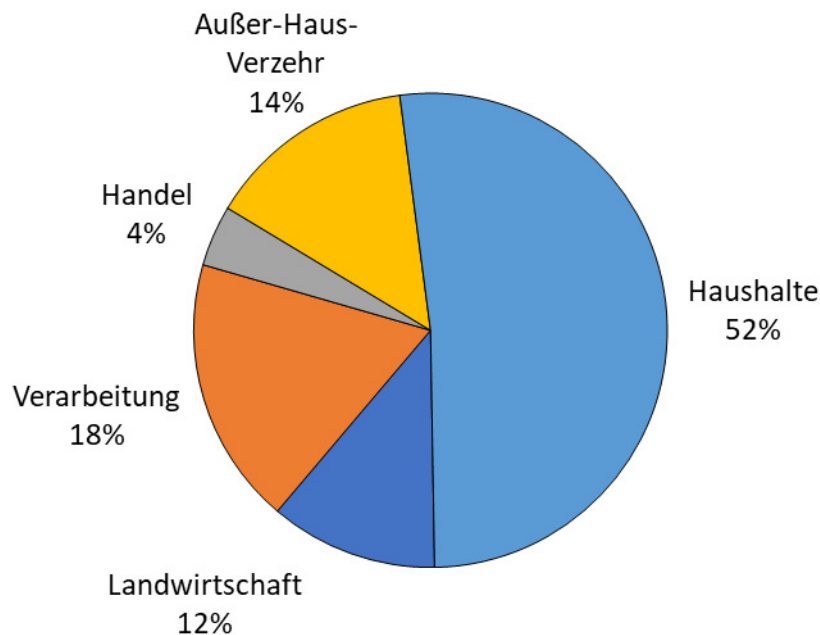


Der Mittelwert des jeweiligen Bereiches der Lebensmittelwertschöpfungskette ist aufgetragen unter Angabe der Bandbreite (Minimum und Maximum).

Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung K.3 zeigt die Darstellung der prozentualen Anteile der Lebensmittelabfälle nach Bereichen der Wertschöpfungskette. Die Primärproduktion verzeichnet einen Anteil von 12 % (1,36 Mio. t), die Verarbeitung von 18 % (2,17 Mio. t), der Handel von 4 % (0,49 Mio. t) und die Außer-Haus-Verpflegung von 14 % (1,69 Mio. t). Der Großteil der Lebensmittelabfälle entsteht mit 52 % (6,14 Mio. t) anteilig in privaten Haushalten, dies entspricht etwa 75 kg pro Kopf im Jahr 2015. Über alle Sektoren hinweg wäre nach den vorliegenden Hochrechnungen etwa die Hälfte der Abfälle theoretisch vermeidbar. Die Qualität der Daten und der Datenanalyse wurde ergänzend bewertet. Unsicherheiten in der Datenlage bestehen vor allem auch in den Bereichen Primärproduktion, Verarbeitung und Handel. Die Systemgrenzen sind im Handel zum Teil schwierig zu definieren was zu Abgrenzungsproblemen mit den übrigen Wertschöpfungsstufen führt. Lebensmittelabfälle aus dem Handel werden deshalb zum Teil anderen Bereichen der Lebensmittelkette zugerechnet – ein Beispiel sind Retouren aus dem Handel, die zu Abfällen beim Erzeuger oder in der Lebensmittelverarbeitung führen. Eine koordinierte Zusammenarbeit mit Akteuren aus Primärproduktion, Verarbeitung, Handel und Gastronomie ist notwendig, um zukünftig die Datenlage in diesen Bereichen zu verbessern.

Abbildung K.3: Darstellung der prozentualen Anteile der Lebensmittelabfälle nach Bereichen der Wertschöpfungskette für Lebensmittel 2015 in Deutschland. Die Mittelwerte sind aufgetragen in t/a



Quelle: Eigene Darstellung.

Kernaussagen:

- Das mittlere Lebensmittelabfallaufkommen in Deutschland betrug 2015 zwischen 10,27 und 13,43 Millionen Tonnen.
- Der theoretisch vermeidbare Anteil der Lebensmittelabfälle lag in Deutschland in Höhe von 5,67 bis 7,69 Millionen Tonnen.
- In Haushalten entstanden im Jahr 2015 ca. 6,14 Millionen Tonnen Lebensmittelabfälle, wovon etwa 5,05 Millionen Tonnen über das kommunale Abfallsammelsystem erfasst wurden. Die über die Kanalisation entsorgten Lebensmittelabfälle sind in dieser Menge nicht enthalten.
- 2015 betrug der theoretisch vermeidbare Anteil der Lebensmittelabfälle aus Haushalten etwa 2,69 Mio. Tonnen (exklusive Kanalisation), davon wurden etwa 2,21 Mio. Tonnen über das kommunale Abfallsammelsystem entsorgt.
- Umgerechnet auf die deutsche Bevölkerung lag das Lebensmittelabfallaufkommen bei ca. 75,2 kg pro Einwohner*in im Jahr 2015, wovon 32,9 kg theoretisch vermeidbar gewesen wären.

Empfehlungen:

Im Anhang III des Delegierten Beschlusses der EU werden unterschiedliche methodische Herangehensweisen für das Messen der Lebensmittelabfälle aufgeführt. Im Rahmen des hier vorgelegten Berichtes wird die Nutzung aller verfügbaren Datenquellen empfohlen, wobei jeweils den valideren Daten der Vorzug gegeben werden sollte. Physische Daten, wie zum Beispiel Abfallstatistiken – ggf. noch ergänzt um Angaben zur Abfallzusammensetzung – repräsentieren in diesem Zusammenhang die verlässlichste Datengrundlage.

Die vorliegende Baseline berichtet die Lebensmittelabfälle in Tonnen Frischmasse, ohne deren Wertigkeit und die Trends zu berücksichtigen. Für eine Nachhaltigkeitsbewertung reicht dies nicht aus. Zukünftig müssten dafür ökologische, ökonomische und soziale Ableitungen aus der Baseline folgen, die dann auch z. B. den Klimaschutzplan 2050 unterstützen könnten. Signifikante Veränderungen im Zeitablauf geben darüber hinaus Aufschluss über positive oder auch negative Trends und sind somit ein Gradmesser für allgemeine Entwicklungen in Kombination mit Maßnahmen zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung.

Summary

In February 2019, the German Federal Cabinet adopted the 'National Strategy for Reducing Food Waste', setting a framework for the future direction of this initiative. Among other things, it stipulated that an inter-ministerial "Indicator 12.3 Working Group" should prepare the data bases and methods for nationwide balancing of food waste generation (baseline). Based on existing 2015 data, this status quo analysis will be used as a starting point to agree on milestones for the respective sectors. It is also the starting point to assess progress and for continuous monitoring. Over the course of time, the working group will coordinate reporting for the German Sustainability Strategy and the Waste Framework Directive to the European Union as well as for the 2030 Agenda. The Thünen Institute shall prepare a proposal for this baseline 2015 as a basis for decision-making and discuss it with the working group. The Thünen Institute drawn the University of Stuttgart into this process, as it has great expertise with the preparation of a first national balance of food waste in 2012⁴ and has further developed methods in research projects such as the joint project REFOWAS⁵.

The baseline 2015 meaning food waste along the entire value chain, divided into five sub-sectors (primary production, processing, trade, out-of-home catering, private households), must be calculated in order to determine the achievement of set targets and their interim steps. This indicator is intended to report on food waste in tons of fresh mass and serve as a basis for continuous reporting between 2020 and 2030. The necessary monitoring builds on this baseline and will be successively expanded in subsequent years to reflect developments.






Data and methods:



The Delegated Decision (EU) / of the Commission, of May 3, 2019, supplements the Directive 2008/98 / EC of the European Parliament and of the Council with regard to a common methodology and minimum quality requirements for the uniform measurement of the volume of food waste. It allows the following measurement methods (see Figure S.1).

⁴ Hafner et al. (2012) Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland. Universität Stuttgart.

⁵ <https://refowas.de/>

Figure S.1: Permissible and non-permissible measurement methods according to delegated decision – Annex 3

Measurement Methods					
Direct Measurements			✓	✓	✓
Mass Balance	✓	✓			
Analysis of the waste composition				✓	✓
Questionnaires and surveys		✓			
Coefficients and statistics on generation	✓	✓			
Counts and Scans			✓		
Records				✓	✓

 Applied admissible measurement methods
 Non-admissible methods

Source: Own illustration, in accordance with Annex III to the draft DELEGATED (EU) ... / ... COMMISSION Decision supplementing Directive 2008/98 / EC of the European Parliament and of the Council with regard to a common methodology and minimum quality requirements for a uniform measurement the volume of food waste from May 3, 2019.

The direct measurements, mass balances, waste analyses, surveys, coefficients, statistics, counts and records are the results of a combination of different methods and sources, comprising the best available data at the time of the study. Trade surveys and coefficients were also developed in cooperation with relevant stakeholders In addition to the methods recommended in the Delegated Decision. This methodological supplement was used in order make orientation statements despite the rudimentary data.

Results:

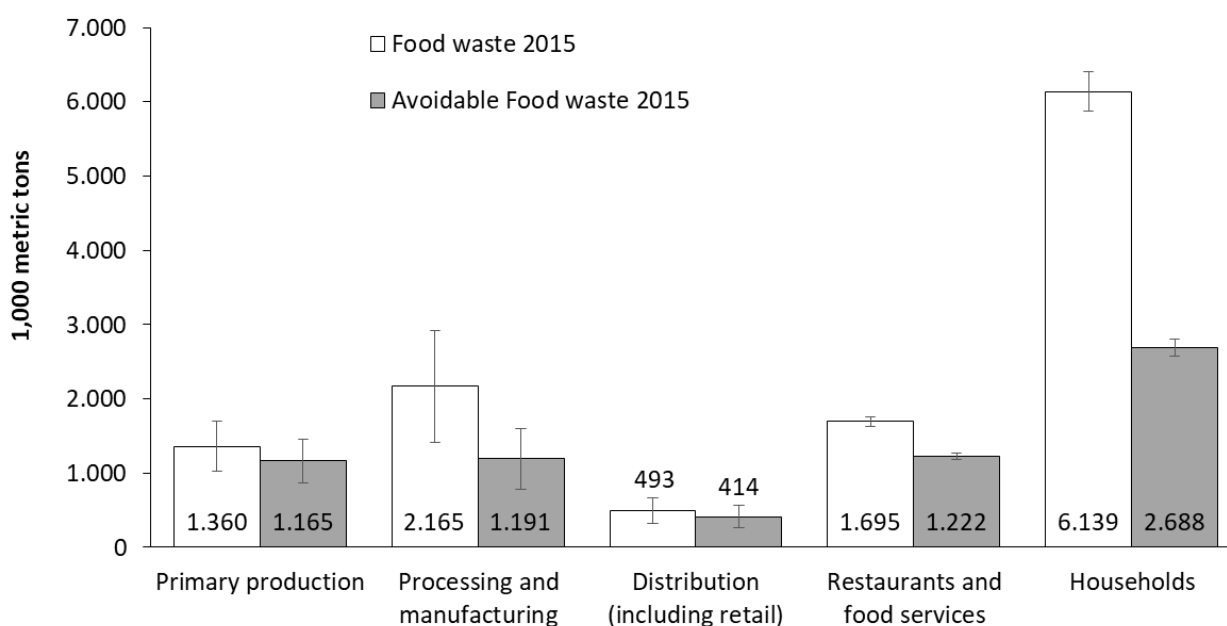
The ranges of food waste in Germany as well as its avoidable shares are summarized in Table S.1 according to the areas of the value chain for food:

Table S. 1: Food waste in Germany in 2015 – Summary of the results of the five subsections

2015 Parts of the value chain	Food waste in million t			Avoidable food waste in million t		
	From	To	MW	From	to	MW
Primary Production	1.03	1.69	1.36	0.87	1.46	1.17
Food Processing	1.42	2.91	2.17	0.78	1.60	1.19
Trade	0.32	0.67	0.49	0.27	0.56	0.41
Out-of-home consumption	1.63	1.76	1.69	1.18	1.27	1.22
Households (exclusive drains)	5.87	6.40	6.14	2.57	2.80	2.69
Food waste	10.27	13.43	11.86	5.67	7.69	6.68

Source: Own illustration.

Summarizing the averages of these ranges for simplification, the total amount of food waste in 2015 was about 11.86 million tons, of which around 6.68 million tons were theoretically avoidable. Figure S.2 illustrates the ranges of food waste in Germany as well as their avoidable shares, broken down by the investigated areas of the food value chain. Often no reliable statistics are available for the determination of food waste in Germany. The extrapolation of waste quantities and the designation of avoidable fractions are based largely on non-representative samples from the literature. Against this background, the quantities determined and their avoidance potential are estimates and do not allow any statements regarding statistical accuracy.

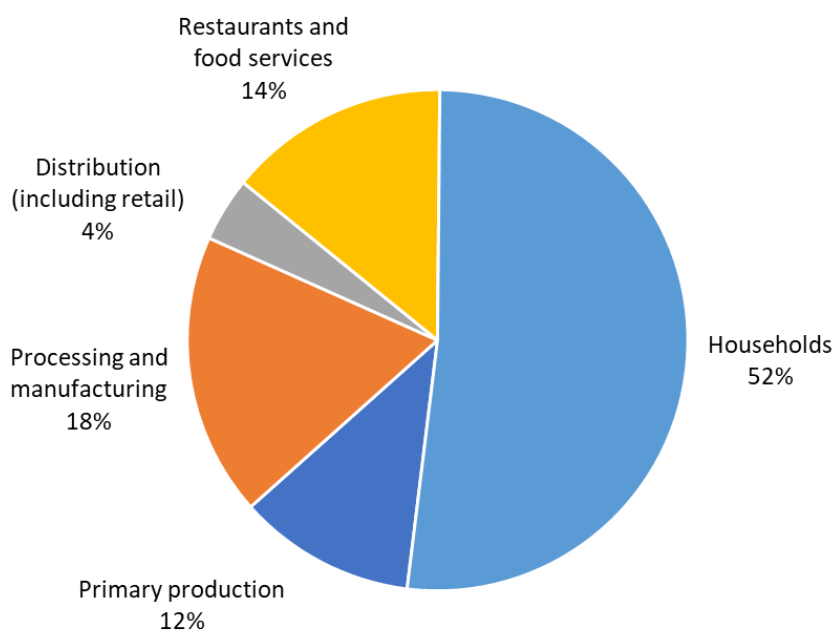
Figure S.2: Food waste (2015) and avoidable shares in Germany (1,000 t / a)

The mean value of each area of the food value chain is plotted, indicating the range (minimum and maximum).

Source: Own illustration.

Figure S.3 shows the representation of the percentage of food waste by value chain. Primary production accounts for 12 % (1.36 million tons); processing for 18 % (2.17 million tons); trade for 4 % (0.49 million tons), and out of house meals for 14 % (1.69 million tons). The bulk of food waste is generated in private households at 52 % (6.14 million tons), which is equivalent to about 75 kg per capita in 2015. Across all sectors, about half of the waste would theoretically be avoidable. The quality of the data and the data analysis was also evaluated. Uncertainties in the data situation exist above all in the areas of primary production, processing and trade. The system boundaries are sometimes difficult to define in trade, which leads to delimitation problems with the other value creation stages. Food waste from commerce is therefore partly attributed to other parts of the food chain - for example returns from trade, which lead to waste at the producer or food processing levels. Coordinated cooperation with actors from primary production, processing, trade and gastronomy is necessary in order to improve the future data situation in these areas.

Figure S.3: The shares of food waste in Germany according to the areas of the value creation chain for food in 2015. The averages are presented in tons/annum



Source: Own illustration.

Main points:

- The average food waste volume in Germany in 2015 was between 10.27 and 13.43 million tons.
- The theoretically avoidable proportion of food waste in Germany was between 5.67 and 7.69 million tons.

- In 2015, approximately 6.14 million tons of food waste was generated by households, of which approximately 5.05 million tons were collected through the Municipal Waste Collection System. The disposal of food waste through the sewage system is not included in this amount.
- In 2015, the theoretically preventable proportion of food waste from households was about 2.69 million tons (excluding drains), of which about 2.21 million tons was disposed of through the Municipal Waste Collection System.
- Transferred to the German population, food waste was about 75.2 kg per capita in 2015, of which 32.9 kg would have theoretically been avoidable.

Recommendations:

Annex III of the EU Delegated Decision sets out different methodological approaches to measure food waste. The report presented here recommends the use of all available data sources, with preference given to more valid data. Physical data, such as waste statistics, supplemented if necessary by waste composition information, represent the most reliable data basis in this context.

The present baseline reports the food waste in tons of fresh mass, without considering its value and the trends. This is not enough for a sustainability assessment. In the future, ecological, economic and social derivations from the baseline would have to follow. For example, they could support the Climate Action Plan 2050. Significant changes over the course of time also shed light on positive or negative trends, and thus provide a gauge of overall trends in combination with measures to reduce food waste.

1 Veranlassung

Im Februar 2019 wurde die 'Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung' vom Bundeskabinett beschlossen und damit ein Rahmen für die zukünftige Ausrichtung dieser Initiative gesetzt (s.a. Kap. 2.2 Nationale Strategie). Darin wurde u.a. das Ziel der Halbierung der Lebensmittelabfälle definiert und festgelegt, dass eine interministerielle 'Arbeitsgruppe Indikator 12.3' die Datengrundlagen und Methoden für eine bundeseinheitliche Bilanzierung des Lebensmittelabfallaufkommens erarbeitet (Baseline). Diese Status-quo-Analyse soll auf Grundlage vorhandener Daten aus dem Jahr 2015 als Ausgangspunkt zur Vereinbarung von Zielmarken für die jeweiligen Sektoren verwendet werden. Sie ist auch Ausgangspunkt zur Beurteilung der Fortschritte und eines kontinuierlichen Monitorings. Im weiteren Zeitablauf koordiniert die Arbeitsgruppe die Berichterstattung für die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie und der Abfallrahmenrichtlinie an die Europäische Union sowie für die Agenda 2030.

Als Entscheidungsgrundlage sollte das Thünen-Institut einen Vorschlag für diese Baseline 2015 vorbereiten und mit der Arbeitsgruppe diskutieren. Das Thünen-Institut hat die Universität Stuttgart in diesen Prozess eingebunden, da dort große Fachkompetenz durch die Erstellung einer ersten nationalen Bilanzierung (Hafner et al., 2012) und weitere Methodenentwicklungen in Forschungsvorhaben wie dem Verbundprojekt REFOWAS, vorliegt.

Die Baseline 2015, d. h. die Lebensmittelabfälle (LMA) in der gesamten Wertschöpfungskette, aufgeteilt in fünf Teilsektoren (Primärproduktion⁶, Verarbeitung, Handel, Außer-Haus-Verpflegung, private Haushalte), ist zu berechnen, um die gesetzte Zielerreichung und deren Zwischenschritte feststellen zu können. Dieser Indikator soll die LMA in Tonnen Frischmasse berichten und als Grundlage für eine kontinuierliche Berichterstattung in den Jahren 2020 bis 2030 dienen. Das dafür notwendige Monitoring baut auf dieser Baseline auf und wird in den Folgejahren sukzessive ausgebaut, um Entwicklungen abbilden zu können.

Nach dieser Einleitung (Kapitel 1) wird vor dem Hintergrund der globalen und europäischen Entwicklungen sowie der nationalen Strategie und den Initiativen der Bundesländer (Kapitel 2) eine Baseline beschrieben, die mit Daten und Methoden das Grundgerüst für weitergehende Berechnungen liefert (Kapitel 3). Die Ergebnisse inklusive Qualitätsreport dokumentieren den aktuellen Stand der Berechnungen und das Monitoring (Kapitel 4) gibt einen Ausblick auf mögliche Weiterentwicklungen im Rahmen der Nationalen Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung und entsprechender Berichterstattung. In Kapitel 5 wird ein Fazit über den aktuellen Stand und die Perspektiven gezogen.

⁶ Die Primärproduktion umschreibt in diesem Kontext die landwirtschaftlichen Nachernteverluste inklusive Transporte.

2 Hintergrund

Die Inhalte des vorliegenden Berichts stehen nicht für sich alleine, sondern sind in einen globalen, europäischen und nationalen Rahmen eingebunden, der im Folgenden kurz umrissen werden soll. Dies soll einerseits die geltenden gesetzlichen Regelungen zusammenfassen und andererseits aufzeigen, welche internationalen informellen Grundlagen bei der Planung und Umsetzung von bundesweiten Aktivitäten Berücksichtigung finden sollten.

2.1 Globaler und europäischer Kontext

Im Folgenden werden themenrelevante Aktivitäten kurz vorgestellt, wobei vom umfassenden globalen Maßstab schrittweise Richtung EU-Ebene vorgegangen wird.

Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen

Die von den Staats- und Regierungschefs sowie Hohen Vertretern der UN-Mitgliedsländer am 25.09.2015 in der Vollversammlung der Vereinten Nationen verabschiedete „Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung“ trat offiziell am 01.01.2016 in Kraft. Die Agenda stellt einen globalen Aktionsplan dar, dessen Inhalte in den 17 Zielen der nachhaltigen Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs) und in 169 Zielvorgaben festgelegt wurden und deren Umsetzung bis 2030 anberaumt ist (UN, 2015). Neben Zielen betreffend Armut, Gesundheit und Wohlergehen, Gleichberechtigung von Frauen und Männern, Zugang zu Bildung, Infrastruktur und sicheren Lebensmitteln für alle Menschen, Frieden und Klimaschutz widmet sich das Ziel 12 der Sicherstellung von nachhaltigen Konsum- und Produktionsmustern. In acht Zielvorgaben wird genauer erläutert, welche Teilaspekte für die Erreichung des Ziels 12 zu berücksichtigen sind.

Die Zielvorgabe 12.3 lautet: *„Bis 2030 die weltweite Nahrungsmittelverschwendung pro Kopf auf Einzelhandels- und Verbraucherebene halbieren und die entlang der Produktions- und Lieferkette entstehenden Nahrungsmittelverluste einschließlich Nachernteverlusten verringern.“* (UN, 2015). Im Zuge der internationalen Überlegungen, in welcher Weise die Erreichung der Zielvorgabe 12.3 überprüft werden kann, hat sich gezeigt, dass die Formulierung dieses Zieles Interpretationsspielraum offen lässt (Champions 12.3, 2017):

- Es ist nicht klar beschrieben, welche Ebenen der Wertschöpfungskette in die Zielsetzung einzubeziehen sind, wie z. B. die Lebensmittelindustrie oder die Außer-Haus-Verpflegung (AHV, wie Restaurants, Hotels, Anstalten etc.).
- Es gibt zwar eine Zielvorgabe für Lebensmittelabfälle (*waste*), nicht jedoch für Verluste (*losses*).
- Es ist unklar, ob das Ziel lediglich die essbaren Bestandteile von Lebensmitteln betreffen oder auch die zugehörigen nicht essbaren Bestandteile wie Knochen, Kerne und Schalen.
- Es bleibt offen, welche Verwertungs- (wie Verfütterung an Tiere, Kompostierung) und Entsorgungswege (wie Abfluss, Deponien) zu Verlusten und Abfällen führen.

- Der vorhandene UN-Indikator, der Food Loss Index der FAO, deckt ausschließlich den Anteil der Verluste ab, während Lebensmittelabfälle nicht berücksichtigt werden.

Interpretation des SDG 12.3 durch Champions 12.3

Um die globale Umsetzung zu unterstützen und eine harmonisierte Vorgehensweise zu erleichtern, hat sich auf offiziellen Antrag der niederländischen Regierung während der UN-Vollversammlung 2015 ein Gremium namens „Champions 12.3“ gebildet. Mitglieder dieses Gremiums sind erfahrene Vertreter von Regierungen, Unternehmen, internationalen Organisationen, Forschungseinrichtungen, Vereinigungen von Landwirten und der Zivilgesellschaft. Das World Resources Institute und die niederländische Regierung stellen Ressourcen für Sekretariatsarbeiten der Champions 12.3 zur Verfügung (Champions 12.3, s.a.).

Um den globalen Fortschritt für Interessierte nachvollziehbar zu machen und Umsetzungen zu erleichtern, veröffentlichen die Champions 12.3 auf ihrer Webseite⁷ diverse Publikationen. Experten des World Resources Institute (WRI) erarbeiteten federführend die Anleitung zur Interpretation des SDG 12.3 (Champions 12.3, 2017). Abbildung 1 zeigt die schematische Darstellung der empfohlenen Systemgrenzen für die Interpretation des SDG 12.3 (Champions 12.3, 2017). Zu beachten ist:

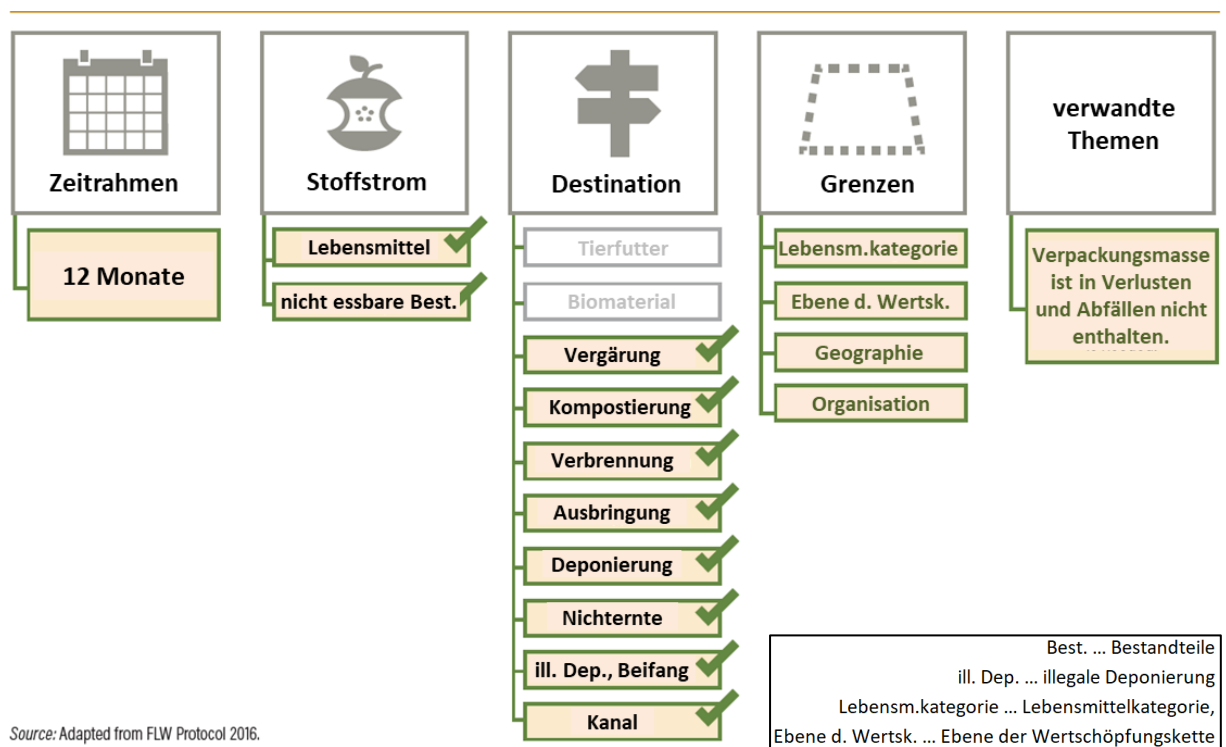
- Der Beobachtungszeitraum der anfallenden Lebensmittelabfälle soll jeweils zwölf Monate umfassen.
- Die Forderung nach Halbierung der Mengen sollte sowohl auf Verluste als auch auf Abfälle angewandt werden, obwohl das SDG 12.3 quantitativ nur auf die Abfälle abzielt.
- Es sollen sowohl die essbaren Anteile von Lebensmitteln als auch assoziierte nicht essbare Bestandteile (z. B. Schalen, Kerne, Knochen) entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Zeitpunkt der Eignung zur Ernte oder zur Schlachtung bis zum Zeitpunkt der Eignung zum menschlichen Verzehr Berücksichtigung finden, da das SDG 12 auf die Ressourceneffizienz abzielt und sich nicht dem Teilaspekt Hunger (welcher in SDG 2 behandelt wird) annimmt. Etwaige Verpackungsmassen dürfen nicht in die Berechnung mit einbezogen werden. Im Falle der Möglichkeit der getrennten Erfassung von essbaren und nicht essbaren Bestandteilen durch die jeweiligen Akteure, ist eine getrennte Berichterstattung zu bevorzugen.
- Während die Nutzung von für den menschlichen Verzehr vorgesehenen Lebensmitteln (inkl. nicht essbarer Bestandteile) als Futtermittel oder für die Verarbeitung zu Industrieprodukten nicht zu den Lebensmittelverlusten und -abfällen gezählt werden soll, sind alle anderen Verwertungs- und Entsorgungswege bei der Messung der anfallenden Lebensmittelverluste und -abfälle einzubeziehen. Zu Verfahren der Verarbeitung zu Industrieprodukten werden beispielsweise die Herstellung von Fasern für Verpackungsmaterial, die Produktion von Biokunststoffen, die traditionelle Verwendung von Federn für Polsterherstellung oder die Verwendung von Fetten und Ölen für die

⁷ <https://champions123.org>

Herstellung von Seifen, Biodiesel oder Kosmetikprodukten gezählt. Zu den Verwertungs- und Entsorgungswegen zählen unter anderem anaerobe Vergärung, Kompostierung, Verbrennung und thermische Verwertung, Aufbringen auf Felder, Deponierung und illegale Ablagerung, Nichternte (evtl. mit anschließendem Unterpflügen), Einbringen in den Kanal oder Vorfluter sowie Beifang und Entsorgung auf dem Meer.

- Als Indikator wird „Lebensmittelverlust und -abfall pro Person“, basierend auf der Landesbevölkerung, gemessen in Kilogramm pro Person und Jahr [kg/(E·a)] empfohlen. Um bereits vorhandene bzw. in Entwicklung befindliche Indikatoren verwenden zu können, wird eine Zweiteilung des Gesamtindikators vorgeschlagen. Der erste Teil umfasst den „Lebensmittelverlustindex“ (Food Loss Index, FLI), welcher Verluste in der Primärproduktion bis unmittelbar vor Ebene des Einzelhandels inkludiert. Ein solcher Index ist in Entwicklung, und die Food and Agriculture Organisation (FAO) wurde als diesbezüglicher internationaler Ansprechpartner bestimmt (siehe auch nähere Erläuterung weiter unten). Der zweite Subindikator soll als „Lebensmittelabfallindex“ (Food Waste Index, FWI) bezeichnet werden. Die Entwicklung dieses Indikators liegt federführend in den Händen des Umweltprogrammes der UN (UNEP) (Fabi, 2017).
- Bei der tatsächlichen Erfassung wird die Anwendung des „Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standards“ für die Praxis empfohlen (FLW Protocol, 2016).

Abbildung 1: Empfehlung zur Systemabgrenzung für die Interpretation des SDG 12.3



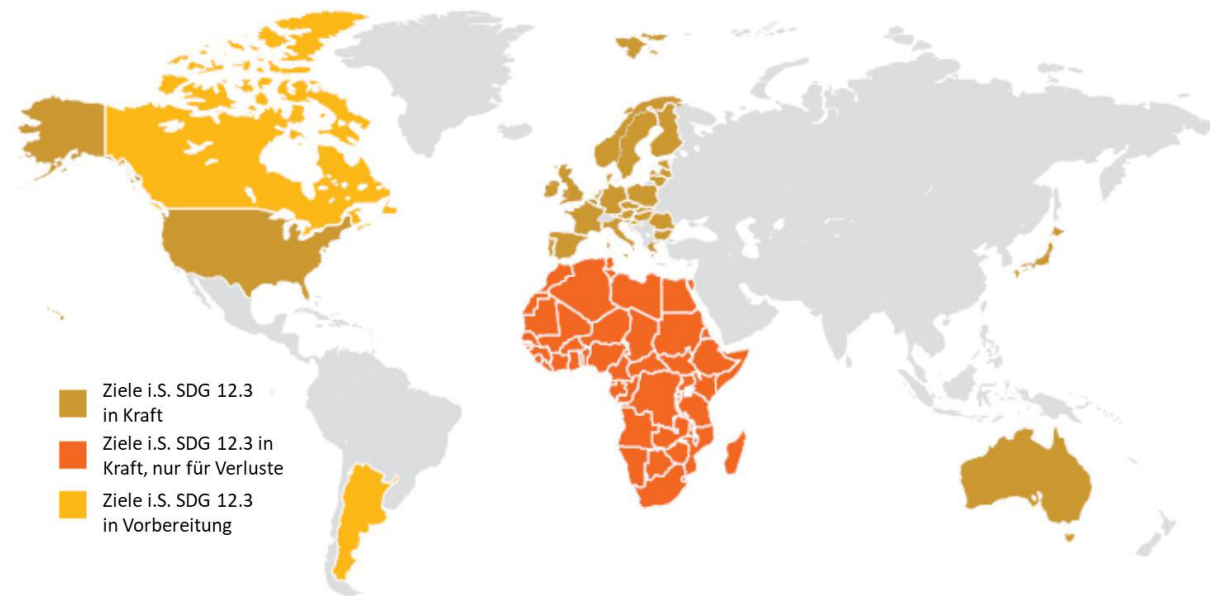
Source: Adapted from FLW Protocol 2016.

Quelle: Aus dem Englischen übersetzt aus Champions 12.3, 2017.

Im Jahresbericht 2018 der Champions 12.3 werden die globalen Fortschritte bis Ende 2018 zusammengefasst und aufgezeigt, in welchen Regionen und bei welchen Teilzielen von SDG 12.3

Maßnahmen umgesetzt wurden bzw. noch fehlen. Abbildung 2 zeigt grafisch, in welchen Regionen bereits Ziele in Abstimmung mit dem SDG 12.3 in Kraft oder in Vorbereitung sind bzw. wo Ziele bezüglich Lebensmittelverluste im Sinne des SDG 12.3 in Kraft sind.

Abbildung 2: Vermeidungsziele für Lebensmittelverluste und -abfälle auf nationaler und regionaler Basis



Source: WRI authors.

Quelle: Adaptiert aus Champions 12.3, 2018.

Nach Angaben der Champions 12.3 hatten mit Ende 2018 Länder und Regionen in der Größenordnung von 30 % der Weltbevölkerung spezifische Ziele zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen in Kraft gesetzt. Dazu zählen die Afrikanische Union, die Europäische Union, Australien, Japan sowie die Vereinigten Staaten von Amerika (Champions 12.3, 2018). In Ländern, die rund 10 % der Weltbevölkerung repräsentieren, lagen Ende 2018 bereits Zahlen zu Lebensmittelverlusten und -abfällen vor, darunter Japan, UK, Norwegen, Dänemark, Mexiko und die USA (Champions 12.3, 2018). Jene Länder und Regionen, die nationale/regionale Strategien zur Reduzierung von Lebensmittelverlusten und -abfällen umgesetzt haben, deckten Ende 2018 rund 14 % der Weltbevölkerung ab. Dazu zählen UK, USA, EU, Dänemark und Japan (Champions 12.3, 2018).

Monitoring des SDGs 12.3 durch FAO und UNEP

Wie durch die Champions 12.3 vorgeschlagen, wurde die Verantwortung für die Entwicklung eines Indikators und das Monitoring der Erreichung des SDGs 12.3 innerhalb der Vereinten Nationen zweigeteilt. Der „Lebensmittelverlustindex“ (Food Loss Index, FLI) wird von der Welternährungsorganisation (Food and Agriculture Organisation, FAO) bearbeitet, während der „Lebensmittelabfallindex“ (Food Waste Index, FWI) federführend in den Händen des Umweltprogrammes der Vereinten Nationen (UNEP) liegt. Eine detaillierte Abgrenzung zwischen

Verlustindex und Abfallindex an der Schnittstelle Handel ist in Ausarbeitung (Fabi und Lomax, 2018).

Laut Fabi (2019) wird der Food Loss Index (FLI) auf Basis der Versorgungsbilanzen (*food supply sheets*) erhoben und berechnet. Die Definition des FLI und die EU-Definitionen zu Lebensmittelabfällen (siehe weiter unten) werden als annähernd deckungsgleich gesehen (Fabi, 2019). Als Basisjahr soll das Jahr 2005 herangezogen werden (Fabi, 2017). Der nationale Prozentsatz der Lebensmittelverluste (Food Loss Percentage, FLP) kann als durchschnittlicher Prozentsatz jener nationalen Lebensmittelversorgungsmenge interpretiert werden, welche die Ebene des Einzelhandels nicht erreicht. Der FLP wird als durchschnittlicher Verlust von zehn nationalen Schlüsselprodukten, gewichtet nach ihrem Produktionswert in Prozent, angegeben. Die FAO empfiehlt eine Auswahl der nationalen Schlüsselprodukte aufgrund ihres nationalen Produktionswertes aus folgenden fünf Rohstoffgruppen: Getreide und Hülsenfrüchte, Obst und Gemüse, Wurzelgemüse und Knollengewächse, andere Pflanzen (ölhaltige Lebensmittel, Zucker, Genussmittel, Gewürze), tierische Produkte und Fisch sowie Fischprodukte (Fabi, 2017).

Der nationale Lebensmittelverlustindex (Food Loss Index, FLI) vergleicht die Prozentsätze der Lebensmittelverluste über die Erhebungsjahre. Er zeigt die relative Veränderung der Verluste der zehn Schlüsselprodukte über die Zeit bezogen auf das Basisjahr 2005 an. Der nationale Lebensmittelverlustindex (FLI) soll es politischen Entscheidungsträgern ermöglichen, positive und negative Trends in der Effizienz der Versorgungskette im Laufe der Zeit in Bezug auf 2005 zu erkennen (Fabi, 2017).

Der nationale Lebensmittelverlustindex soll in Zukunft von den UN-Mitgliedsnationen an die FAO gemeldet bzw. aus den bereits stattfindenden Meldungen zu den nationalen Versorgungsbilanzen von der FAO ergänzt und berechnet werden. Aus den nationalen FLIs werden künftig regionale (Regional Food Loss Index, RFLI) und globale FLIs (Global Food Loss Index, GFLI) von der FAO zusammengesetzt, welche für die Berichterstattung bezüglich SDG 12.3 Anwendung finden (Fabi, 2017).

Ein Leitfaden zu „Kosteneffektiven Methoden für die Abschätzung von Nachernteverlusten“ inklusive Anhängen für Obst und Gemüse, tierische und Fischprodukte wurde von der FAO bereits veröffentlicht (Guideline on “Cost-effective methods for estimating postharvest losses”⁸). Dieser soll die nationale Umsetzung von kosteneffektiven, stichprobenbezogenen Umfragen und stichprobenbasierten Abschätzungen sowie die entsprechende nationale Berichterstattung unterstützen. Dieser Vorgehensweise wird als beste Variante Priorität eingeräumt. Als zweitbeste Umsetzungsvariante gilt eine modellbasierte Abschätzung, für welche bereits vorhandene FAO-Modelle herangezogen und für Länder adaptiert werden könnten. In der Praxis liegen für eine sinnvolle Anwendung jedoch noch zu wenige Daten vor (Fabi, 2017). Erste direkte Messungen in verschiedenen Pilotländern ergaben, dass diese weit höhere Verlustmengen in der

⁸ <http://gsars.org/en/guidelines-on-the-measurement-of-harvest-and-post-harvest-losses/> (Zugriff am 31.05.2019).

Primärproduktion feststellen als in den bisherigen statistischen Aufzeichnungen (*food balance sheets*) sowie bei Expertenbefragungen berichtet wurden (Fabi, 2019).

Es wird Ländern empfohlen, für Nachernteverluste eine Basisstudie über zwei bis drei Jahre durchzuführen. Eine Aktualisierung der Datenbasis sollte alle fünf Jahre stattfinden (Fabi, 2019).

Der „Lebensmittelabfallindex“ (Food Waste Index, FWI) befindet sich noch⁹ in Entwicklung und soll nach Angaben eines Vertreters des Umweltprogrammes der UN (UNEP) im November 2019 offiziell verfügbar sein (Lomax, 2019).

Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard

Die derzeit einzige globale Anleitung für die Definition, Messung und Berichterstattung von Lebensmittelverlusten und -abfällen ist der „Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard“ (kurz: FLW Standard), der 2016 von einer internationalen Expertengruppe (Food Loss and Waste Protocol) herausgegeben wurde (FLW Protocol, 2016). Der FLW Standard zeigt vorhandene Möglichkeiten der Definition bei den Messmethoden und erzielbaren Ergebnissen auf, innerhalb derer sich der jeweilige Anwender den für ihn am besten geeigneten Weg suchen kann. Obwohl die Herangehensweise des Anwenders dadurch recht offen bleibt, legt das Dokument auch einige Grundanforderungen für Erhebungen und Berichterstattung nach dem FLW Standard fest, wie z. B.:

- i. Lebensmittelverluste und -abfälle sollen anhand ihrer Masse aufgezeichnet werden. Dabei soll jene Masse erhoben werden, welche zum Zeitpunkt des Anfalls als Lebensmittelverlust oder -abfall vorhanden ist. Masse kann als Basis für Umrechnungen in andere Maßeinheiten verwendet werden, wofür der Standard in Anhang D eine entsprechende Übersicht gibt.
- ii. Vorernteverluste werden im FLW Standard nicht betrachtet. Falls der Anwender diese in seine eigenen Aufzeichnungen einbeziehen möchte, wird empfohlen, diese Mengen separat auszuweisen.
- iii. Die Erhebungen und die Berichterstattung müssen sich an den Prinzipien der Relevanz, der Vollständigkeit, der Konsistenz, der Transparenz und der Genauigkeit orientieren.
- iv. Definition des Rahmens hinsichtlich Zeitraums, berücksichtigte Stoffströme und Verwertungs- bzw. Entsorgungswege, Systemgrenzen (Lebensmittelkategorien, Ebene(n) der Wertschöpfungskette, geografischer Bezugsraum, berücksichtigter Akteur).
- v. Alle Massenströme dürfen ausschließlich Lebensmittel bzw. assoziierte nicht essbare Bestandteile enthalten. Im Fall des rechnerischen Herausrechnens von z. B. Verpackungsmasse muss die Vorgehensweise beschrieben werden.
- vi. Alle verwendeten Quantifizierungsmethoden sollen beschrieben werden. Falls Stichproben genommen oder Hochrechnungen durchgeführt werden, sollte die Vorgehensweise dokumentiert werden.

⁹ Mit Stand Anfang Juni 2019.

- vii. Soll die Veränderung von Lebensmittelverlust- und -abfallmengen über die Zeit beobachtet oder ein Vermeidungsziel gesetzt werden, muss zunächst ein Basisjahr und ein Gültigkeitsbereich für das Ziel festgelegt werden. Gegebenenfalls sollte das Basisjahr neu berechnet werden, falls es zu Veränderungen in der Quantifizierungsmethodik oder der grundlegenden Annahmen kommt.

Für die Umsetzung einer praktischen Erhebung und Berichterstattung von Lebensmittelverlusten und -abfällen legt der FLW Standard zehn Schritte fest, für welche er Anleitungen für den Anwender bereithält:

- (1) Zielformulierung: Warum sollen Lebensmittelverluste und -abfälle gemessen werden?
- (2) Berücksichtigen der Prinzipien der Relevanz, der Vollständigkeit, der Konsistenz, der Transparenz und der Genauigkeit
- (3) Festlegen des Umfanges der Erhebung und Berichterstattung
- (4) Festlegen der Erhebungsmethode(n)
- (5) Erheben und Analyse von Daten
- (6) Berechnen und evtl. Normalisieren der Ergebnisse (inkl. Umrechnung in andere Maßeinheiten, je nach Ziel)
- (7) Abschätzen der Unsicherheiten
- (8) Begutachtung der Erhebung (intern, extern)
- (9) Berichterstattung der Ergebnisse
- (10) Setzen von Zielen und Monitoring

Als eines der ersten Länder, die ihre bisherige Berichterstattung bezüglich Aufkommen von Lebensmittelabfall im Nachhinein auf die Vorgehensweise nach Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard (FLWS) angepasst hat, ist Großbritannien. WRAP veröffentlichte im Mai 2018 einen Bericht, der das Aufkommen von Lebensmittelabfällen aus britischen Haushalten für das Jahr 2015 entsprechend revidiert (Harris, 2018). Bei gleichbleibender Datenbasis wurde rechnerisch das Ergebnis an die spezifische Definition von Lebensmittelabfall (essbarer Anteil und nicht verzehrbare Teile sowie Ausschluss von Stoffströmen, die als Tierfutter Verwendung finden) angepasst.

Als zusätzliche Informationsquelle von weltweit verfügbaren Datensätzen zu Lebensmittelabfällen wurde in Kooperation von WRAP (Waste Resource Action Program) und WRI (World Resource Institute) der Food Waste Atlas¹⁰ als Internetportal veröffentlicht. Die dort

¹⁰ <https://www.thefoodwasteatlas.org/home>

veröffentlichten Daten orientieren sich größtenteils an den Vorgaben des Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standards.

Commitments to World Food Summit – Better Food for More People

Die Initiative „World Food Summit – Better Food for More People“ wurde 2016 vom dänischen Ministerium für Umwelt und Lebensmittel mit einer jährlich stattfindenden Veranstaltung ins Leben gerufen, um die praktische Umsetzung eines weltweiten sicheren, gesunden und nachhaltigen Lebensmittelsystems zu unterstützen. Damit soll der Erreichung der Nachhaltigkeitsziele 3 (Gesundes Leben), 11 (inklusive, sichere, widerstandsfähige und nachhaltige Städte und Siedlungen), 12 (Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster) und 17 (Globale Partnerschaft für nachhaltige Entwicklung) forciert werden. Als Fahrplan bis 2030 wurde beim Treffen 2017 die „World Food Summit – Roadmap to 2030“ verabschiedet (BFMP, 2017).

Im Jahr 2018 erfolgte die Unterzeichnung dreier Verpflichtungserklärungen durch zehn Länder – darunter auch eine bezüglich der Vermeidung von Lebensmittelabfällen, welche das Nachhaltigkeitsziel 12.3 der Agenda 2030 übernimmt (BFMP, 2018). Diese Verpflichtung wurde von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Japan, Kroatien, Österreich und Portugal unterzeichnet. Mit der Unterzeichnung soll ein erster Schritt zu einer aktiven Kooperationsplattform gesetzt werden, die sich in den jährlichen Treffen widerspiegelt und sich vor allem auf den Informations- und Erfahrungsaustausch hinsichtlich Vermeidungsmaßnahmen, rechtlicher Regulierungen, der Mobilisierung von öffentlich-privaten Partnerschaften und allgemeiner Unterstützungsmöglichkeiten von Akteuren entlang der Wertschöpfungskette beziehen. Im Zuge des nächsten Treffens, das vom 29. bis 30.08.2019 in Kopenhagen stattfinden wird, hoffen die Initiatoren auf weitere Länder, welche die Verpflichtungserklärungen unterzeichnen.¹¹

Europäische Abfallrahmenrichtlinie 2018/851

Die Überarbeitung der Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG wurde abgeschlossen und in der Richtlinie 2018/851 am 14.06.2018 veröffentlicht. In die Richtlinie neu aufgenommen wurde:

- Eine Definition von Lebensmittelabfall auf Basis des Lebensmittel- und Abfallrechts (Artikel 3, Nummer 4a).
- Die dezidierte Nennung des SDG 12.3 und die Umsetzung von Maßnahmen in den Mitgliedstaaten zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Artikel 9, Nummer 1g).
- Der Aufruf an die Mitgliedstaaten, Lebensmittelspenden und andere Formen der Umverteilung von Lebensmitteln für den menschlichen Verzehr zu fördern, um den menschlichen Verzehr vor den Einsatz als Tierfutter oder der Verarbeitung zu Non-food-Erzeugnissen zu stellen (Artikel 9, Nummer 1h). Im neu hinzugefügten Anhang IVa, Ziffer 3,

¹¹ <https://bfmp.dk> (Zugriff am 31.05.2019).

werden steuerliche Anreize für die Spende von Produkten besonders für Lebensmittel als Maßnahmen in den Mitgliedstaaten gefordert.

- Eine Überwachung und Bewertung von Maßnahmen zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen durch die Mitgliedstaaten durch Messung des Aufkommens auf Basis einer festgelegten Methode ab dem ersten vollen Kalenderjahr nach Annahme des Delegierten Beschlusses (Artikel 9, Nummer 5).
- Eine Prüfung durch die EU-Kommission bis zum 31.12.2023, ob aufgrund der übermittelten Daten für das Jahr 2030 unionsweit geltende Zielvorgaben für die Verringerung von Lebensmittelabfällen aufgestellt werden können (Artikel 9, Nummer 6).
- Ein Auftrag an die Kommission, bis zum 31.03.2019 einen Delegierten Beschluss zu erlassen, der eine gemeinsame Methode und Mindestqualitätsanforderungen für die einheitliche Messung des Aufkommens an Lebensmittelabfällen in den Mitgliedstaaten regelt (Artikel 9, Nummer 8).
- Eine Verpflichtung der Mitgliedstaaten, die Vermeidung von Lebensmittelabfällen in ihre nationalen Abfallvermeidungsprogramme aufzunehmen (Artikel 29, Absatz 2a).
- Die jährliche Übermittlung der erhobenen Daten durch die Mitgliedstaaten auf elektronischem Wege innerhalb von 18 Monaten nach Ende des Berichtsjahres, für das die Daten erhoben wurden. Der erste Berichtszeitraum beginnt im ersten vollen Kalenderjahr nach Erlass des Durchführungsrechtsakts (Artikel 37, Absatz 3).
- Ein Auftrag an die Kommission, bis zum 31.03.2019 Durchführungsrechtsakte zur Festlegung des Formats für die Übermittlung der Daten zum Aufkommen an Lebensmittelabfällen zu erlassen (Artikel 37, Nummer 7).

Europäischer Delegierten Beschluss zur Ergänzung der Abfallrahmenrichtlinie

Der in der revidierten Abfallrahmenrichtlinie 2018/581¹² angesprochene Delegierte Beschluss¹³ bezüglich einer gemeinsamen Methodik und Mindestqualitätsanforderungen für die einheitliche Messung des Umfangs von Lebensmittelabfällen wurde am 03.05.2019 von der Kommission angenommen. Im nächsten Schritt kann das Europäische Parlament und der Rat Einspruch erheben. Ist dies nicht der Fall, wird der Delegierte Beschluss veröffentlicht und tritt im Herbst 2019 in Kraft.

Im Detail legt der Delegierte Beschluss Folgendes fest:

¹² RICHTLINIE (EU) 2018/851 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851&from=DE>

¹³ <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/index.cfm?fuseaction=list&cotelid=3&year=2019&number=3211&version=F>

- Daten zu Lebensmittelabfällen werden separat für fünf Ebenen der Wertschöpfungskette berichtet (Primärerzeugung, Verarbeitung und Herstellung, Einzelhandel und andere Formen des Vertriebs von Lebensmitteln, Gaststätten und Verpflegungsdienstleistungen, private Haushalte), welche anhand ihrer NACE-Codes voneinander zu unterscheiden sind (Artikel 1).
- Nicht als Lebensmittelabfälle eingestuft werden (Artikel 1, Nr. 4):
 - landwirtschaftliche Materialien
 - tierische Nebenprodukte
 - Reste von Lebensmittelabfällen, die als Verpackungsabfall gesammelt werden
 - Reste von Lebensmittelabfällen, die als Straßenkehricht gesammelt werden
 - bei der Sammlung von Lebensmittelabfällen vermischte Non-Food-Materialien
- In Artikel 1, Nr. 5a sowie in Artikel 3b wird definiert, dass „Lebensmittelabfälle, die als oder im Abwasser entsorgt werden“ nicht gemessen werden müssen, jedoch freiwillig gemessen werden können. Des Weiteren unterliegen Lebensmittelabfälle, die als Einzelfuttermittel Verwendung finden, nicht der Berichtspflicht, können aber freiwillig gemessen werden (Artikel 1, Nr. 5b).
- Das Aufkommen von Lebensmittelabfällen wird in metrischen Tonnen Frischmasse berichtet (Artikel 2, Nr. 5). Dabei werden Lebensmittel als Ganzes verstanden. Lebensmittelabfälle bestehen daher teils aus vom Menschen aufzunehmenden (z. B. Fruchtfleisch) und teils aus nicht aufzunehmenden Lebensmitteln (z. B. Bananenschale).
- Die Mitgliedstaaten sind zu einer jährlichen Berichterstattung verpflichtet (volles Kalenderjahr). Für die erste Berichterstattung dürfen Daten verwendet werden, die für das Jahr 2017 oder später erhoben worden sind. Die Messung der LMA für eine bestimmte Stufe der Lebensmittelkette erfolgt mindestens alle vier Jahre nach einer im Anhang des Beschlusses angegebenen Methodik.
- Nach Artikel 3 können von den Mitgliedstaaten freiwillig weitere Daten an die Kommission übermittelt werden. Dies umfasst:
 - Mengen an Lebensmittelabfällen, bei denen davon ausgegangen wird, dass sie zum Teil aus vom Menschen aufzunehmenden Lebensmitteln bestehen (d. h. der essbare Anteil der Gesamtabfälle)
 - Mengen an LMA, die als oder im Abwasser entsorgt werden
 - Mengen der für den menschlichen Verzehr umverteilten Lebensmittel (z. B. durch Tafeln oder Lebensmittelbanken)
 - Mengen der nicht länger für den menschlichen Verzehr bestimmten Lebensmittel, die von einem Futtermittelunternehmer in Futtermittel umgewandelt werden
 - ehemalige Lebensmittel (d. s. Lebensmittel, die für den menschlichen Verzehr geeignet wären, jedoch aus praktischen oder logistischen Gründen oder wegen Problemen bei der Herstellung oder wegen Mängel der Verpackung etc. nicht mehr für diesen Zweck bestimmt sind und bei Verwendung als Futtermittel kein Gesundheitsrisiko bergen), die als Futtermittel Verwendung finden

- Zudem stellen die Mitgliedstaaten sicher, dass die Messungen auf einer repräsentativen Stichprobe der Grundgesamtheit basieren und die Schwankungen der Daten angemessen berücksichtigt werden (Artikel 4).

Anhang I des Delegierten Beschlusses ordnet die Lebensmittelabfälle den verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette anhand der NACE Revision 2-Codierung zu. In Anhang II werden jene Abfallcodes aus dem europäischen Abfallverzeichnis aufgelistet, die in der Regel auch Lebensmittelabfälle umfassen. Anhang III listet für jede Ebene der Lebensmittelkette, die getrennt berichtet werden muss, geeignete Methoden zur gründlichen Datenerhebung aufgelistet. Andere Methoden, die zum Einsatz kommen sollen, wenn keine gründliche Messung durchgeführt werden kann, sind in Anhang IV enthalten.

In Vorbereitung ist außerdem ein Implementierungsbeschluss der Kommission, der das Format und die Qualitätskontrolle der Berichte über Lebensmittelabfälle aus den Mitgliedstaaten regeln wird. Mitte Mai 2019 wurden zum Entwurf der Kommission Rückmeldungen aus den Mitgliedstaaten eingeholt.

Nach Angaben von Fabi (2019) ist die Definition von Lebensmittelabfällen für das SDG 12.3 und innerhalb der Europäischen Union nahezu identisch, wenn man davon absieht, dass der Begriff „Verlust“ in der EU hinsichtlich der Berichtspflicht nicht vorkommt. Die von der UN verwendeten Ebenen der Wertschöpfungskette sind zwar mehrfach untergliedert, können jedoch zu den fünf Ebenen der EU-Gesetzgebung zugeordnet bzw. aggregiert werden.

Status quo in anderen europäischen Mitgliedstaaten

Die Gemeinsame Forschungsstelle, GFS (Joint Research Centre, JRC) der Europäischen Kommission in Ispra erstellt im Sommer 2019 ein Review über die existierenden Ansätze in den EU-Mitgliedstaaten, wie Lebensmittelabfälle auf nationaler Ebene berechnet werden. Damit sollte zeitnah ein Dokument vorliegen, das alle MS-Aktivitäten beschreibt.

Experten-Meetings bei der EU-Kommission und projektbezogene Veranstaltungen, wie die REFRESH Final Conference am 9. und 10. Mai 2019 in Barcelona¹⁴ und der internationale REFOWAS-Workshop¹⁵ am 14. Juni 2019 im BMEL beschäftigten sich mit möglichen Lösungsansätzen zur EU-Berichterstattung von LMA und der Frage der Harmonisierung von Methoden sowie mit Online-Datenbanken über Lebensmittelabfälle. Bisher orientieren sich zwar alle MS an der vorläufigen Version des Delegierten Beschlusses zur Berichterstattung, dieser lässt jedoch viele Freiheiten bei der Bilanzierung, so dass eine methodische Vergleichbarkeit zwischen MS eher zufällig wäre.

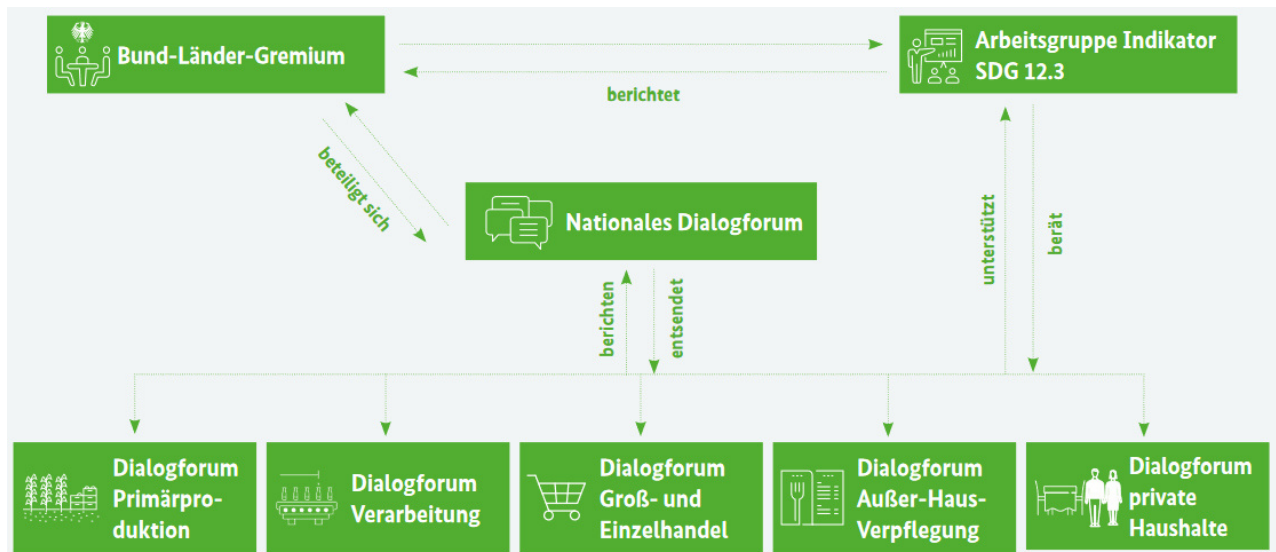
¹⁴ <https://eu-refresh.org/conference2019>

¹⁵ REFOWAS (pathways to REduce FOod WASTE) Homepage - <https://www.refowas.de/> > REFOWAS-Workshop.

2.2 Nationale Strategie

Die Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung (nachfolgend Strategie genannt), die im Februar 2019 vom Bundeskabinett verabschiedet wurde, enthält –neben der Einleitung– drei Kapitel zu (a) in welchen Kontexten die Strategie einzuordnen ist, (b) welche Handlungsfelder adressiert werden und (c) zum zukünftigen Weg der beteiligten Akteure. Die Einleitung verweist auf die Ziele und den Hintergrund der Strategie im globalen und nationalen Zusammenhang. Neben der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen (VN) sowie Aktivitäten der G20-Staaten und der EU-Kommission, wird insbesondere auch auf die Inhalte der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie und die Vorgaben des aktuellen Koalitionsvertrags hingewiesen. Die Regierungsparteien bekennen sich zu den Sustainable Development Goals (SDGs) der VN, mit dem hier relevanten SDG 12 'Nachhaltige/r Konsum und Produktion' und dessen Unterziel 12.3, die Lebensmittelverschwendung zu halbieren (vgl. Kapitel 2.1). Im ersten Teilabschnitt der Strategie 'Kontext und Herausforderung' wird die Verschwendungsproblematik angesprochen, die u.a. natürliche Ressourcen verbraucht und hohe CO₂-Emissionen bedingt. Nach den EU-Definitionen für Lebensmittel und Abfall folgt ein Abschnitt zu möglichen Ursachen von Lebensmittelabfällen und ein weiterer zu laufenden Arbeiten in der Bundesregierung, den Ländern, der Wirtschaft und Zivilgesellschaft sowie der Wissenschaft.

Im zweiten Teilabschnitt wird dargelegt, wie die Herausforderungen angenommen und die Strategie umgesetzt wird: Handlungsfeld 1 zeigt zunächst den politischen Rahmen auf (s. Abbildung 3). Ein Bund-Länder-Gremium schafft einen kohärenten politischen Rahmen, während die Arbeitsgruppe (AG) Indikator 12.3 das Monitoring und die Berichterstattung koordiniert und ans Bund-Länder-Gremium berichtet. Gleichzeitig unterstützt und berät die AG die Dialogforen. Es gibt fünf Dialogforen für ebenso viele Sektoren (Primärproduktion, Verarbeitung, Groß- und Einzelhandel, Außer-Haus-Verpflegung, private Haushalte). Die Dialogforen sollen Zielmarken definieren und geeignete Formate zur Umsetzungs- und Erfolgskontrolle vereinbaren. Im Zentrum steht das Nationale Dialogforum, das alle Akteure vernetzt und jährliche Fortschritte berichtet.

Abbildung 3: Struktur für die zukünftige Zusammenarbeit im Dialogforum

Quelle: BMEL, 2019.

Im zweiten Handlungsfeld wird eine Prozessoptimierung in der Wirtschaft angestrebt, die durch Vermeidung von Lebensmittelabfällen Kosten senkt und einen nachhaltigen Ressourceneinsatz erreicht. Handlungsfeld 3 adressiert eine Verhaltensänderung bei allen Akteuren, woraus sich eine höhere Wertschätzung gegenüber Lebensmitteln durch jeden Einzelnen und durch die Gesellschaft insgesamt ergibt. Im letzten Handlungsfeld 4 sollen Potenziale durch Forschung und Digitalisierung genutzt werden. Eine Art Roadmap wurde für das Jahr 2019 entworfen, in der der Prozess zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung in vier Stufen aufgezeigt wird (s. Abbildung 4). Zunächst werden ab Februar 2019 die sektor-spezifischen Dialogforen vom BMEL initiiert. Das Dialogforum 'Außer-Haus-Verpflegung' startete bereits im Frühjahr; im Herbst geht das nächste Dialogforum zum Groß- und Einzelhandel an den Start. Darin wird mit wichtigen Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft über Ziele diskutiert und Maßnahmen zu deren Erreichung entwickelt und umgesetzt. Um die Bilanzierungsmethoden europaweit zu harmonisieren, diskutierte eine international besetzte Expertengruppe im Juni 2019 im BMEL, organisiert und inhaltlich gestaltet vom REFOVAS-Forschungsprojekt¹⁶. Als eines der wesentlichen Ergebnisse wurde von den Anwesenden ein dringend notwendiger fortlaufender Erfahrungsaustausch der EU-Mitgliedsstaaten über die nationalen Bilanzierungen identifiziert. Nach der Baseline-Erstellung im Juni 2019 folgt die Auftaktveranstaltung des Nationalen Dialogforums zur Koordination des Gesamtprozesses im September.

¹⁶ weitere Infos unter <https://refowas.de>

Abbildung 4: Prozess zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung

Quelle: BMEL, 2019.

Flankierend soll die Initiative 'Zu gut für die Tonne' als Dachmarke ausgebaut und Ergebnisse der Strategie in der Kommunikation fortlaufend dokumentiert und verbreitet werden.

Der dritte und letzte Teilabschnitt der Strategie skizziert den Weg in die Zukunft. Hier geht nochmal ein Appell an alle Bürger*innen, Unternehmer*innen, Wissenschaftler*innen, Politiker*innen ihren Beitrag zu leisten und Verantwortung zu übernehmen. Dabei werden nochmals die Kernaufgaben und Lösungsansätze genannt:

- zusammenzuarbeiten, um die gemeinsamen Ziele zu erreichen
- innovativ zu sein, um Lösungen zu finden
- Lebensmittel wertzuschätzen
- Ressourcen zu schonen, um den Planeten zu erhalten
- Wissen und Daten zu teilen, um bessere Entscheidungen treffen zu können

Schließlich soll eine konsequente Politik als Schlüssel für eine erfolgreiche Umsetzung der Strategie dienen und diese über die jeweils betroffenen Einzelpläne innerhalb der geltenden Haushaltsansätze finanziert werden.

2.3 Initiativen der Bundesländer

Neben den nationalen Anstrengungen der Bundesministerien, arbeiten die entsprechenden Vertreter der Bundesländer seit Jahren an der Reduzierung der Lebensmittelverschwendung in ihren regionalen und sektoralen Zuständigkeiten. Dabei stehen die konkreten Maßnahmen und deren Effekte im Vordergrund. Teilweise wurden aber auch bereits Monitoring-Ansätze vorangetrieben.

In Bayern wurde durch die Universität Stuttgart eine Bilanzierung der Lebensmittelabfälle im Jahr 2014 abgeschlossen (Hafner et al., 2014). Ein Monitoring und weitere Messungen werden derzeit von der Universität Stuttgart durchgeführt und voraussichtlich im August 2019 veröffentlicht. Die zugrundeliegende Methode ist hierbei im Wesentlichen identisch mit der hier vorgestellten Methode zur Baseline-Berechnung auf nationaler Ebene. Mithilfe von veröffentlichten Statistiken und zusätzlicher Erhebung soll eine Zeitreihe aufgebaut und eine mögliche Zielerreichung dokumentiert werden. Ziel ist es, die Muster der Abfallmengenentwicklung zu erkennen, um signifikante Trends von Lebensmittelabfallmengen interpretieren zu können. Das Land Bayern hat darüber hinaus 974 Haushalts-Tagebücher aus den Jahren 2016/17 auswerten lassen, um die Lebensmittelabfälle in privaten Haushalten zu quantifizieren. Diese Tagebücher sind eine Teilmenge der sogenannten GfK-Studie (Hübsch und Adlwarth, 2017), die im Auftrag des BMEL bundesweit durchgeführt wurde.

Für Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein wurden in einer unveröffentlichten Studie die organischen Abfälle in der Lebensmittelindustrie geschätzt, um Potenziale für die Biogaserzeugung ableiten zu können.

In Schleswig-Holstein wurden zudem 60 Betriebe der Ernährungswirtschaft untersucht. Bei dieser nicht-repräsentativen Studie konnten Daten zum Abwasser- und Abfallaufkommen ausgewertet werden, die Hinweise auf mögliche Reduktionspotenziale geben (Born, 2013).

In Nordrhein-Westfalen wurden im Jahr 2012 die Lebensmittelabfälle durch die Fachhochschule Münster basierend auf überwiegend amtlichen Statistiken abgeschätzt (Göbel et al., 2012). Das Land NRW hat darüber hinaus 1.260 Haushalts-Tagebücher aus den Jahren 2016/17 auswerten lassen, um die Lebensmittelabfälle in privaten Haushalten zu quantifizieren. Diese Tagebücher sind eine Teilmenge der sogenannten GfK-Studie (Hübsch und Adlwarth, 2017), die im Auftrag des BMEL bundesweit durchgeführt wurde. Eine weitere Studie untersuchte exemplarisch die Lebensmittelverluste bei Obst, Gemüse, Kartoffeln zwischen Feld und Ladentheke. Die Verlustspanne reicht dabei von unter 5 % bei Äpfeln bis zu Werten über 30 % bei einigen Gemüsearten (LANUV, 2018).

Sachsen-Anhalt hat 2016 eine Studie zur 'Entwicklung von Grundlagen für einen Abfallvermeidungsbeitrag des Landes Sachsen-Anhalt – Vermeidung von Lebensmittelabfällen' durchführen lassen (LAU, 2017). Dabei wurde die Lebensmittelabfallverschwendung entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der landwirtschaftlichen Erzeugung über die Verarbeitung bis zum Handel und dem Endverbraucher erfasst. Für die Produktion, den Handel und die Außer-Haus-Verpflegung wurden Verlustraten zwischen 3 und 8 % mittels Fragebögen und Interviews ermittelt. In Bio- und Hausmülltonne von Privathaushalten landen ca. 58 kg Lebensmittelabfälle pro Kopf und Jahr. Die Studie enthält darüber hinaus Maßnahmenempfehlungen zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung.

Baden-Württemberg hat ebenfalls Haushalts-Tagebücher aus den Jahren 2016/17 auswerten lassen, um die Lebensmittelabfälle in privaten Haushalten zu quantifizieren. Diese Tagebücher

sind eine Teilmenge der sogenannten GfK-Studie (Hübsch und Adlwarth, 2017), die im Auftrag des BMEL bundesweit durchgeführt wurde.

Alle weiteren Bundesländer führten bisher noch kein Monitoring und keine Bilanzierung von Lebensmittelabfällen durch.

2.4 Definitionen

Die Definition des Abfallbegriffes ist in den einschlägigen Regelwerken und Gesetzen festgelegt (EU-Abfallrahmenrichtlinie und Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG). In der Fachliteratur finden sich zudem Unterscheidungen zwischen „Lebensmittelverlusten“ und „Lebensmittelabfällen“ (vgl. Gustavsson et al., 2011; Hafner et al., 2013). Abfälle können demnach durch eine Systemoptimierung minimiert werden, woraus sich ein entsprechendes Optimierungspotenzial ableitet. Bei einem Teilstrom davon handelt es sich um genießbare Lebensmittel, die zum Beispiel an karitative Organisationen weitergegeben werden können und somit nicht per se zu Abfall werden (Hafner et al., 2013). Ein erster Vorschlag einer einheitlichen Begriffsdefinition von Lebensmittelabfall auf europäischer Ebene wurde mit dem *Definitional Framework for Food Waste* des EU-Forschungsprojektes FUSIONS veröffentlicht (Östergren et al., 2014; übersetzt):

„Lebensmittelabfall ist jedes Lebensmittel sowie dessen ungenießbarer Anteil, welches der Lebensmittelwertschöpfungskette zur Rückgewinnung oder Entsorgung entnommen wird (einschließlich kompostierte Lebensmittel, untergepflügte Pflanzen, nicht geerntete Pflanzen, anaerobe Gärung, Produktion von Bioenergie, Verbrennung, Entledigung in Kanalisation, Mülldeponie oder Einleitung ins Meer).“

Die erste gesetzliche Definition von Lebensmittelabfall auf europäischer Ebene ist in der Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG) seit dem 30.05.2018 wie folgt formuliert:

„Lebensmittelabfälle‘ sind alle Lebensmittel¹⁷, im Sinne von Artikel 2 der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates (¹⁸), die zu Abfall werden.“

¹⁷ Die Definition von „Lebensmittel“ im Sinne der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 versteht Lebensmittel als Ganzes, entlang der gesamten Lebensmittelkette von der Erzeugung bis zum Verbrauch. Lebensmittel beinhalten auch nichtessbare Bestandteile, wenn diese bei der Erzeugung des Lebensmittels nicht von den essbaren Bestandteilen getrennt wurden, z. B. Knochen, die dem zum menschlichen Verzehr bestimmten Fleisch anhaften. Daher können Lebensmittelabfälle auch Stücke umfassen, die teils aus aufzunehmenden Lebensmitteln und teils aus nicht aufzunehmenden Lebensmitteln bestehen.

¹⁸ Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit (ABl. L 31 vom 1.2.2002, S. 1).

Die hier vorliegende Untersuchung arbeitet mit der Lebensmittelabfalldefinition gemäß Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG) und bilanziert auf dieser Basis die Lebensmittelabfälle entlang der Lebensmittel-Wertschöpfungskette.

Vermeidbarkeit

Die zusätzliche Bewertung von Lebensmittelabfällen hinsichtlich ihrer Vermeidbarkeit erfolgt in Anlehnung an bereits durchgeführte nationale Datenerhebungen (Hafner et al., 2012) und Fachveröffentlichungen (Hafner et al., 2013; Hafner et al., 2014).

Der Begriff „vermeidbare Lebensmittelabfälle“ umfasst nach Hafner et al. (2012) jene Lebensmittel, die zum Zeitpunkt ihrer Entsorgung noch uneingeschränkt genießbar sind oder die bei rechtzeitigem Verzehr genießbar gewesen wären.

Der Begriff „nicht vermeidbare Lebensmittelabfälle“ umfasst nach Hafner et al. (2012) jene Lebensmittelabfälle, die üblicherweise im Zuge der Speisenzubereitung entfernt werden. Dies beinhaltet im Wesentlichen nicht essbare Bestandteile (z. B. Knochen oder Schalen), aber auch Essbares (z. B. Kartoffelschalen).

3 Baseline 2015

Der Delegierte Beschluss (EU) / der Kommission vom 03.05.2019 zur Ergänzung der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf eine gemeinsame Methodik und Mindestqualitätsanforderungen für die einheitliche Messung des Umfangs von Lebensmittelabfällen erlaubt die nachfolgend dargestellten Messmethoden (vgl. Abbildung 5).

Abbildung 5: Zulässige und unzulässige Messmethoden gem. Delegiertem Beschluss – Annex III

Messmethoden					
Direkte Messung			✓	✓	✓
Massenbilanz	✓	✓			
Analyse der Zusammensetzung der Abfälle				✓	✓
Fragebogen und Befragungen		✓	✓		
Koeffizienten und Statistiken zur Erzeugung	✓	✓	✓		
Zählung/Scannen			✓		
Aufzeichnungen				✓	✓



Angewendete Zulässige Messmethode



Unzulässige Messmethode

Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an Anhang III des Entwurfs des DELEGIERTEN BESCHLUSSES (EU) .../... DER KOMMISSION zur Ergänzung der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf eine gemeinsame Methodik und Mindestqualitätsanforderungen für die einheitliche Messung des Umfangs von Lebensmittelabfällen vom 3.5.2019.

Die in der vorliegenden Untersuchung angewendeten Mess- und Berechnungsmethoden sind konform zum oben genannten Delegierten Beschluss der Europäischen Kommission vom 03.05.2019. Die in dieser Studie verwendeten Daten aus direkten Messungen, Massenbilanzen, Abfallanalysen, Befragungen, Koeffizienten, Statistiken, Zählungen und Aufzeichnungen stellen eine Kombination verschiedener Methoden und Quellen dar, wobei es sich jeweils um die beste verfügbare Datenlage zum Zeitpunkt der Untersuchung handelt. Im Handel wurden ergänzend zu den im Delegierten Beschluss empfohlenen Methoden auch Befragungen sowie Koeffizienten in Zusammenarbeit mit relevanten Akteuren erarbeitet. Diese methodische Ergänzung wurde angewendet, um trotz der rudimentären Datenlage orientierende Aussagen treffen zu können.

3.1 Methode

Die methodische Vorgehensweise der vorliegenden Erhebung von Lebensmittelabfällen in Deutschland besteht unter anderem in der Auswertung von amtlichen Statistiken, Ernährungsdatenbanken, Sekundärdaten und ergänzenden eigenen Datenerhebungen (Primärdaten). Die Hochrechnung der Lebensmittelabfälle in den jeweiligen Bereichen der Wertschöpfungskette erfolgte anhand der Gleichungen (0.1) bis (0.20). Die verwendeten Datenquellen und Datentypen sind nachfolgend auszugsweise zusammengefasst:

Amtliche Statistiken

- Das Statistische Bundesamt veröffentlicht regelmäßig eine Reihe von Statistiken, die in meist einjährigen Abständen aktualisiert und veröffentlicht werden (u. a. landwirtschaftliche Erzeugnisse, Produktion des verarbeitenden Gewerbes, Struktur- und Konjunkturdaten des Einzel- und Großhandels sowie des Gastgewerbes, Abfallbilanzen etc.).
- Das Statistische Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten bietet umfassendes statistisches Grundmaterial für den landwirtschaftlichen Bereich (BMEL, 2017).

Datenbanken

- Die Souci-Fachmann-Kraut-Datenbank enthält Nährwertdaten von mehr als 800 Lebensmitteln mit Angaben zu über 300 verschiedenen Inhaltsstoffen. Daraus können die Anteile von Schalen und Knochen verschiedener Lebensmittelgruppen abgeleitet werden (SFK.Online, 2019).
- Die Hochschuldatenbank „wiso“ ermöglicht unter anderem den Zugriff auf Handelsdaten und Statistiken des Einzelhandel Instituts (EHI Retail Institute).

Primärdaten (Ergänzende eigene Erhebungen durch die Universität Stuttgart im Rahmen laufender Forschungsprojekte wie z. B. REFOWAS, ELoFoS¹⁹):

- Erhebung physischer Daten durch Wiegen, Volumenbestimmung und Ermittlung von Stückzahlen der weggeworfenen Lebensmittel im Rahmen von ergänzenden Fallstudien (z. B. Datenerhebungen in Bäckereien und Schulen).
- Eigene Befragungen und Fragebogenerhebungen zur Ermittlung von Abfallkoeffizienten (z. B. Abfallkoeffizienten des verarbeitenden Gewerbes und des Handels).
- Durchführung von Abfallsortieranalysen (Bäckereien und Betriebe des Gastgewerbes, Sortieranalysen kommunaler Abfälle).
- Direkte Auskünfte von Akteuren und Experten im Rahmen von Workshops, Dialogveranstaltungen und Expertengesprächen.

¹⁹ <https://refowas.de>, <https://elofos.de>

Sekundärdaten (Fachliteratur)

- Ergebnisse einzelner Forschungsvorhaben, bzw. ergänzende Fachliteratur und Studien.
- Paneluntersuchungen der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) zur Erfassung von Lebensmittelabfällen in deutschen Haushalten (Hübsch und Adlwarth 2017).
- Semi-kontinuierliche Erhebungen zum Ernährungsverhalten und der Essgewohnheiten (z. B. Nationale Verzehrsstudie (MRI, 2008a; MRI, 2008b)).
- Abfallanalysen zur Bestimmung der Abfallzusammensetzung und Ableitung von Koeffizienten.
- Studie zu Lebensmittelverlusten im Einzelhandel (EHI, 2011).

Methode, Datengrundlagen und Annahmen orientieren sich dabei an der ersten nationalen Studie zur Ermittlung von Lebensmittelabfällen in Deutschland (Hafner et al., 2012). Hierdurch wird eine möglichst hohe Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit vergangenen Erhebungen angestrebt. Die Datengrundlagen und Methoden für zukünftige Berechnungen sollen mit den Ergebnissen der Dialogforen (s. Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung) und begleitenden Demonstrations- und Modellvorhaben verbessert werden.

Die Lebensmittelabfälle werden gemäß Artikel 1 (1.) des Delegierten Beschlusses (EU)²⁰ zunächst für die jeweiligen Bereiche in der Lebensmittelwertschöpfungskette, d. h. Primärproduktion, Lebensmittelverarbeitung, Handel, Außer-Haus-Verzehr und Haushalte, separat ermittelt und nach Gleichung (0.1) aggregiert:

$$LMA_{gesamt} = \sum LMA_{B,i} = \sum L_{B,i} \cdot a_{B,i} \quad (0.1)$$

$LMA_{B,i}$	Abfallmenge je Bereich (B) in der Wertschöpfungskette und Lebensmittelkategorie (i) in t/a
$L_{B,i}$	Produzierte und verfügbare Lebensmittel je Bereich (B) in der Wertschöpfungskette und Lebensmittelkategorie (i) in t/a
$a_{B,i}$	Abfallkennziffer je Bereich (B) in der Wertschöpfungskette und Lebensmittelkategorie (i) in Masse – %

²⁰ Delegierter Beschluss (EU) der Kommission vom 03.05.2019 zur Ergänzung der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf eine gemeinsame Methodik und Mindestqualitätsanforderungen für die einheitliche Messung des Umfangs von Lebensmittelabfällen

Primärproduktion

Die gesetzliche Definition von Lebensmittelabfällen aus der revidierten Abfallrahmenrichtlinie 2009 nach Änderung durch Richtlinie 2018/581²¹ beinhaltet Abfälle aus landwirtschaftlichen Nachernteprozessen und deren nachgelagerten Bereichen in der Lebensmittelwertschöpfungskette. Verlustmengen, die während der Ernte landwirtschaftlicher Rohstoffe und der Aufzucht von Tieren entstehen, sind im Einklang mit dieser Definition nicht als Lebensmittelabfälle zu bewerten. In der hier vorliegenden Erhebung werden diese Verlustmengen deshalb nicht quantifiziert. Darüber hinaus ist zu beachten, dass Teile der ausgewiesenen Verlustmengen während der Ernte und Aufzucht bereits auf dem bewirtschafteten Feld, bzw. in den bewirtschafteten Stallungen, verbleiben und somit keinen Einzug in die amtlichen Erntestatistiken finden.

Lebensmittelabfälle entstehen in der Landwirtschaft überwiegend während Nachernteprozessen, die mit der Aufbereitung oder Lagerhaltung verbunden sind, sowie während Transport- und Logistikvorgängen (Gustavsson et al., 2011). Die im Rahmen dieser Studie ausgewiesenen Abfallmengen werden anhand von Abfallkoeffizienten aus der Fachliteratur abgeschätzt (siehe Tabelle 2). Diese Abfallkoeffizienten beziehen sich auf den Anteil der Erzeugungsmenge, der zum menschlichen Konsum bestimmt und zur Verwendung als Lebensmittel geeignet ist (vgl. Gleichung (0.2)). Dabei handelt es sich um verfügbare Werte aus der Fachliteratur, die im Rahmen unterschiedlicher Forschungsvorhaben ermittelt wurden und sich in ihrem jeweiligen methodischen Vorgehen voneinander unterscheiden. Die Bandbreite der Abfallmengen in der Landwirtschaft variiert zudem in Abhängigkeit der jeweiligen Produktgruppe und angewendeten Ernte- und Aufzuchtverfahren.

Die Abfallmenge je Lebensmittelkategorie (i) bei der Nacherntebehandlung und Lagerung bzw. Transport wird anhand Gleichung (0.2) ermittelt:

$$LMA_{L,i} = E_{L,i} \cdot f_{L,i} \quad (0.2)$$

$LMA_{L,i}$	Abfallmenge je Lebensmittelkategorie (i) bei der Nacherntebehandlung und Lagerung bzw. Transport in t/a
$E_{L,i}$	Erzeugungsmenge je Lebensmittelkategorie (i) in der deutschen Landwirtschaft in t/a
$f_{L,i}$	Abfallkennziffer je Lebensmittelkategorie (i) bei der Ernte, Nacherntebehandlung und Lagerung bzw. Transport

Die landwirtschaftlichen Lebensmittelabfälle werden in Anlehnung an Gustavsson et al. (2011) separat für die Lebensmittelkategorien *Getreide, Kartoffeln und Knollen, Zuckerrüben, Ölsaaten, Hülsenfrüchte, Obst, Gemüse, Fleisch, Fisch, Milch und Eier* berechnet und anschließend aggregiert.

²¹ RICHTLINIE (EU) 2018/851 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L0851&from=DE>

Lebensmittelverarbeitung

Die Abschätzung der Lebensmittelabfälle in der Lebensmittelverarbeitung erfolgt anhand branchenspezifischer Abfallquoten, welche sich auf die jeweiligen Produktionsmengen in den unterschiedlichen Wirtschaftszweigen beziehen (vgl. Gleichung (0.3)). Die Klassifikation dieser Wirtschaftszweige erfolgt mit der nationalen Bezeichnung gemäß „NACE Revision 2“ in der *Verordnung (EG) Nr. 1893/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 zur Aufstellung der statistischen Systematik der Wirtschaftszweige NACE Revision 2 und zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 3037/90 des Rates sowie einiger Verordnungen der EG über bestimmte Bereiche der Statistik*. Die zur Hochrechnung verwendeten Abfallquoten wurden mittels eigener Unternehmensbefragungen abgeschätzt. Insgesamt wurden von den Autoren 3.475 Unternehmen kontaktiert, wobei entsprechende Fragebögen an Mitglieder der deutschen Ernährungsindustrie (BVE) und der Industrie- und Handelskammer (IHK) versendet wurden. Die Rücklaufquote der Befragung beträgt etwa 3,4 %, bei 118 beantworteten Fragebögen, von denen 100 verwertbare Datensätze enthielten. Die statistischen Anforderungen an eine repräsentative Stichprobe können durch die beantworteten Fragebögen in Bezug auf einzelne Schichtungsmerkmale erfüllt werden. Die daraus abgeleiteten Abfallkoeffizienten sind demnach im Einzelfall, d. h. für einen Teilbereich der Lebensmittelindustrie oder einzelne Unternehmen, repräsentativ. In Bezug auf die Grundgesamtheit, d. h. die deutsche Lebensmittelindustrie, genügt der Stichprobenumfang nicht den Anforderungen der Repräsentativität, ungeachtet dessen handelt es sich hierbei um die derzeit bestverfügbare Datenlage.

Die Lebensmittelabfälle in der Lebensmittelverarbeitung berechnen sich nach Gleichung (0.3) wie folgt:

$$LMA_{V,i} = \sum_j P_{V,i} \cdot f_{V,i} \quad (0.3)$$

$LMA_{V,i}$	Lebensmittelabfälle in der Lebensmittelverarbeitung in t/a
$P_{V,i}$	Produktionsmenge je Wirtschaftszweig (i) in t/a
$f_{V,i}$	Abfallkennziffer je Wirtschaftszweig in $Masse - \%$

Handel

Die Lebensmittelabfälle im Lebensmittelhandel werden durch unterschiedliche Rechenwege abgeschätzt. Auswertungen des Einzelhandelsinstituts (EHI) zur Ermittlung der monetären Umsatzverluste im Lebensmitteleinzelhandel durch Bruch und Verderb (vgl. EHI, 2012) ermöglichen eine Abschätzung der Lebensmittelabfälle auf Basis der Umsatzstatistiken des Lebensmitteleinzelhandels. Zudem übermittelte ein Lebensmitteleinzelhändler mit Vollsortiment abfallbilanzielle Daten aus 77 Filialen an die Autoren. Ergänzend hierzu erfolgt eine weitere Hochrechnung mittels eines Abfallkennwerts, der das durchschnittliche Aufkommen organischer Abfälle pro Quadratmeter Verkaufsfläche beschreibt.

Gleichung (0.4) beschreibt den Rechenweg zur Bestimmung der Lebensmittelabfälle im Lebensmitteleinzelhandel anhand spezifischer Abfallkennwerte:

$$a_H = V_H \cdot \gamma_X \quad (0.4)$$

mit $\gamma_X = \frac{a_{F_x}}{V_{F_x}}$

a_H	Lebensmittelabfälle im Lebensmittelhandel in kg/a
V_H	Verkaufsfläche des Lebensmittelhandels in m^2
γ_X	Spezifischer Abfallkennwert pro Quadratmeter Verkaufsfläche und Jahr in $kg/(m^2 \cdot a)$
a_{F_x}	Jährliches Abfallaufkommen pro Filiale x in kg/a
V_{F_x}	Verkaufsfläche Filiale x in m^2

Die Abschätzung der Lebensmittelabfälle in Großmärkten basiert auf Erhebungen des Interessenverbandes „GFI Deutsche Großmärkte – Gemeinschaft zur Förderung der Interessen der Deutschen Großmärkte e.V.“ (GFI, 2015). Hierfür wird der jährliche Warenumsatz mit einem Prozentwert der durchschnittlich anfallenden organischen Abfallmengen multipliziert (siehe Gleichung (0.5)):

$$a_{GH} = W_{GH} \cdot \gamma_{GH} \quad (0.5)$$

a_{GH}	Lebensmittelabfälle deutscher Großmärkte in t/a
W_{GH}	Warenumsatz deutscher Großmärkte in t/a
γ_{GH}	Prozentualer Anteil an organischer Abfällen in Bezug auf den Warenumsatz in Masse-%

Außer-Haus-Verzehr

Biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle des Außer-Haus-Verzehrs werden in der Abfallbilanz des Statistischen Bundesamtes unter dem Abfallschlüssel 200108 aufgeführt (DESTATIS, 2016). Hinzu kommen Getränke und (flüssige) Lebensmittelabfälle (z. B. Suppen und Soßen), die nicht rechtmäßig über die Kanalisation entsorgt werden, sowie feste Lebensmittelabfälle, die nicht über die getrennte Sammlung von Küchen- und Kantinenabfällen gesammelt und zum Beispiel über die kommunale Restabfallsammlung entsorgt werden. Hierfür wird die Annahme getroffen, dass der Geschäftsmüllanteil am Haus- und Geschäftsmüllaufkommen (vgl. Tabelle 17) eine ähnliche Zusammensetzung aufweist²² wie der Restabfall aus Haushalten und die im Geschäftsmüll enthaltenen Lebensmittelabfälle dem Außer-Haus-Verzehr zuzuschreiben sind. Hierbei ist zu beachten, dass Lebensmittelabfälle im Geschäftsmüll in ihrem Ursprung zu unbekanntem Anteil nicht ausschließlich im Außer-Haus-Verzehr, sondern auch im Lebensmittelhandel, Kleingewerbe und verarbeitenden Gewerbe anfallen. Die im Geschäftsmüll enthaltenen Lebensmittelabfälle können aufgrund der vorliegenden Datenlage allerdings nicht ihrem jeweiligen Ursprung zugeordnet werden. Diese vereinfachende Annahme beinhaltet demnach eine Unschärfe in der Zuordnung der im Geschäftsmüll enthaltenen Lebensmittelabfälle auf den Außer-Haus-Verzehr und vernachlässigt die Anteile des Lebensmittelhandels und verarbeitenden Gewerbes.

Eine zusätzliche Mengenabschätzung der Lebensmittelabfälle im Außer-Haus-Verzehr erfolgt auf Basis von spezifischen Abfallkennziffern für unterschiedliche Einrichtungstypen. Die Ermittlung der Abfallmengen anhand spezifischer Abfallkennziffern erfolgte in Einklang mit Hafner et al. (2012) für nachfolgende Einrichtungstypen:

- Gaststättengewerbe (vgl. Gleichung (0.6))
- Beherbergungsgewerbe (vgl. Gleichung (0.7))
- Krankenhäuser (vgl. Gleichung (0.8))
- Schulen (vgl. Gleichung (0.9))
- Kinderbetreuungseinrichtungen (vgl. Gleichung (0.10))
- Hochschulen (vgl. Gleichung (0.11))
- Alten- und Pflegeheime (vgl. Gleichung (0.12))
- Betriebsverpflegung (vgl. Gleichung (0.13))
- Bundeswehr (vgl. Gleichung (0.14))
- Justizvollzugsanstalten (vgl. Gleichung (0.15))

²² Unter Geschäftsmüll wird der Anteil der gewerblichen Siedlungsabfälle verstanden, der eine ähnliche Zusammensetzung wie der Hausmüll aufweist und über dasselbe Erfassungssystem entsorgt wird.

Die Gleichungen zur Ermittlung der Lebensmittelabfallmengen in den jeweiligen Einrichtungstypen anhand spezifischer Abfallkennziffern werden nachfolgend separat aufgeführt.

Gleichung (0.6) beschreibt den Rechenweg zur Ermittlung der Lebensmittelabfälle im Gaststättengewerbe auf Basis von Gästezahlen:

$$LMA_{GG} = B_{GG} \cdot \frac{LMA_{Portion}}{1000} \quad (0.6)$$

- LMA_{GG} Menge an Lebensmittelabfällen im Gaststättengewerbe in t/a
 B_{GG} Anzahl der Besuche bzw. Portionen im Gaststättengewerbe pro Jahr in $Portionen/a$
 $LMA_{Portion}$ Menge an Lebensmittelabfall pro Portion in $kg/Portion$

Die Lebensmittelabfälle im Beherbergungsgewerbe auf Basis von Übernachtungszahlen und Beherbergungsart werden nach Gleichung (0.7) ermittelt:

$$LMA_{BG} = \sum_k \left(\ddot{U}_k \cdot \frac{LMA_{k,Nacht}}{1000} \right) \quad (0.7)$$

- LMA_{BG} Menge an Lebensmittelabfällen im Beherbergungsgewerbe in t/a
 \ddot{U}_k Anzahl der Übernachtungen pro Jahr nach Beherbergungsart (k) in Übernachtungen/ a
 $LMA_{k,Nacht}$ Menge an Lebensmittelabfall pro Übernachtung nach Beherbergungsart (k) in $kg/Übernachtung$

Die Berechnung der Lebensmittelabfälle in Krankenhäusern erfolgt auf Basis von Bettenzahl und Auslastungsgrad nach Gleichung (0.8):

$$LMA_{KH} = B \cdot AG_B \cdot \frac{LMA_{Bett}}{1000} \cdot 365 \quad (0.8)$$

- LMA_{KH} Menge an Lebensmittelabfällen in Krankenhäusern pro Jahr in t/a
 B Anzahl der aufgestellten Betten (Bett)
 AG_B Auslastungsgrad der Betten in %
 LMA_{Bett} Menge an Lebensmittelabfall pro Bett und Tag in $kg/(Bett \cdot d)$

Gleichung (0.9) beschreibt das Vorgehen zur Berechnung der Lebensmittelabfälle in Schulen auf Basis von Schüler*innenzahlen und Betreuungstagen unter Berücksichtigung des Anteils an Mittagsverpflegung:

$$LMA_S = S \cdot M_S \cdot UT \cdot \frac{LMA_{Portion}}{1000} \quad (0.9)$$

LMA_S	Menge an Lebensmittelabfall in Schulen in kg/a
S	Anzahl der Schüler*innen
M_S	Anteil der Schüler*innen mit Mittagsverpflegung in der Schulmensa in %
UT	Anzahl der Unterrichtstage im Jahr in d/a
$LMA_{Portion}$	Menge an Lebensmittelabfall pro Schüler*in bzw. Portion und Tag in $kg/(Portion \cdot d)$

Anhand Gleichung (0.10) werden die Lebensmittelabfälle in Kinderbetreuungseinrichtungen auf Basis von Kinderzahlen und Betreuungstagen unter Berücksichtigung des Anteils an Mittagsverpflegung berechnet:

$$LMA_{KBE} = K \cdot BT \cdot MV_K \cdot LMA_{Portion} \quad (0.10)$$

LMA_{KBE}	Menge an Lebensmittelabfall in Kinderbetreuungseinrichtungen in kg/a
K	Anzahl der Kinder in Kinderbetreuungseinrichtungen
MV_K	Anteil der Kinder mit Mittagsverpflegung in der Kinderbetreuungseinrichtung in %
BT	Anzahl der Betreuungstage im Jahr in d/a
$LMA_{Portion}$	Menge an Lebensmittelabfall pro Kind bzw. Portion und Tag in $kg/(Portion \cdot d)$

Die Lebensmittelabfälle in Hochschulen werden auf Basis der Anzahl der Student*innenzahlen mit Mittagsverpflegung abgeschätzt (Gleichung (0.11)):

$$LMA_{HS} = S \cdot M_S \cdot VT \cdot \frac{LMA_{Portion}}{1000} \quad (0.11)$$

LMA_{HS}	Menge an Lebensmittelabfall in Hochschulen in t/a
S	Anzahl der Student*innen
M_S	Anteil Student*innen mit Mittagsverpflegung in Universitätsmensa in %
VT	Anzahl der Vorlesungstage im Jahr in d/a
$LMA_{Portion}$	Menge an Lebensmittelabfall pro Student*in bzw. Portion und Tag in $kg/(Portion \cdot d)$

Mittels Gleichung (0.12) werden die Lebensmittelabfälle in Alten- und Pflegeheimen auf Basis der Anzahl an Pflegebedürftigen berechnet:

$$LMA_{APH} = (PB_{vs} \cdot 3 + PB_{ts}) \cdot \frac{LMA_{Portion}}{1000} \cdot PT \quad (0.12)$$

LMA_{APH}	Menge an Lebensmittelabfall in Alten- und Pflegeheimen in t/a
PB_{vs}	Anzahl vollstationäre Pflegebedürftige
PB_{ts}	Anzahl teilstationäre Pflegebedürftige
$LMA_{Portion}$	Menge an Lebensmittelabfall Portion und Tag in $kg/(Portion \cdot d)$
PT	Pflegetage d/a

Die Lebensmittelabfälle in der Betriebsverpflegung werden auf Basis der Anzahl an Erwerbstätigen mit Nutzung der Betriebskantine abgeschätzt (Gleichung (0.13)):

$$LMA_{BV} = ET \cdot K_{ET} \cdot \frac{LMA_{Portion}}{1000} \cdot AT \quad (0.13)$$

LMA_{BV}	Menge an Lebensmittelabfall in der Betriebsverpflegung in t/a
ET	Erwerbstätige in <i>Personen/d</i>
K_{ET}	Anteil der Erwerbstätigen mit Mittagsverpflegung in einer Betriebskantine in %
AT	Anzahl der Arbeitstage pro Jahr in d/a
$LMA_{Portion}$	Menge an Lebensmittelabfall pro Person (Portion) in $kg/Person$

Die Berechnung der Lebensmittelabfälle in Einrichtungen der Bundeswehr erfolgt auf Basis der ausgegebenen Mahlzeiten (vgl. Gleichung (0.14)):

$$LMA_{BW} = E_{aus} \cdot \frac{LMA_{Portion}}{1000} \quad (0.14)$$

LMA_{BW}	Menge an Lebensmittelabfall in Einrichtungen der Bundeswehr in t/a
E_{aus}	Anzahl der jährlich ausgegebenen Essen in Einrichtungen der Bundeswehr in <i>Portionen/a</i>
$LMA_{Portion}$	Menge an Lebensmittelabfall pro Portion in $kg/Portion$

Gleichung (0.15) beschreibt den Rechenweg zur Bestimmung der Lebensmittelabfälle in Justizvollzugsanstalten auf Basis der Häftlingszahlen:

$$LMA_{JVA} = (H_{gV} \cdot P_{gV} + H_{oV} \cdot P_{oV}) \cdot \frac{LMA_{Portion}}{1000} \quad (0.15)$$

LMA_{JVA}	Menge an Lebensmittelabfall in Justizvollzugsanstalten in t/a
H_{gV}	Anzahl der Häftlinge im geschlossenen Vollzug in <i>Personen/a</i>
P_{gV}	Portionen je Häftling im geschlossenen Vollzug in <i>Portionen/Person</i>
H_{oV}	Anzahl der Häftlinge im offenen Vollzug in <i>Personen/a</i>
P_{oV}	Portionen je Häftling im offenen Vollzug in <i>Portionen/Person</i>
$LMA_{Portion}$	Menge an Lebensmittelabfall pro Portion in $kg/Portion$

Haushalte

Zur Ermittlung der Lebensmittelabfälle in Haushalten werden die relevanten Entsorgungswege des kommunalen Abfallsammelsystems (Rest- und Bioabfall) sowie die sonstigen Entsorgungswege (Eigenkompostierung, Kanalisation und Verfütterung) untersucht. Sozioökonomische Randbedingungen (z. B. Haushaltsform und -größe, Einkommenssituation, Altersstruktur, Bildungsstand, Einkaufsverhalten etc.) sowie persönliche und kulturelle Lebensgewohnheiten beeinflussen den Umgang mit Lebensmitteln und insbesondere auch das individuelle Wegwerfverhalten.

Das Aufkommen an Haushaltsabfällen inklusive des Geschäftsmülls wird vom statistischen Bundesamt in einem jährlichen Turnus veröffentlicht (DESTATIS, 2015c). Von diesem Aufkommen wird durch Subtraktion des Anteils an Geschäftsmüll die spezifische Menge an Haushaltsabfällen ermittelt. Der Anteil an Lebensmittelabfall im kommunalen Abfallsammelsystem (Restmüll- und Biotonne) wird auf Basis von Sortieranalysen ermittelt. Bei der Sortierung wird in der Regel nach Korngrößen (Grobfraktion > 40 mm und Mittel- und Feinfraktion < 40 mm) unterschieden. Die Gleichungen (0.16) bis (0.18) beschreiben, wie die Anteile des Lebensmittelabfalls im Restabfall und Bioabfall durch Sortieranalysen plausibel abgeschätzt werden können. Im Dezember 2016 veröffentlichte das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) den Bericht zur Ergänzung der Sortierrichtlinie 2014 zur Identifikation von Lebensmittelabfällen (Wagner et al., 2016). Bei dieser Ergänzung der Sortierrichtlinie handelt es sich um eine nicht bindende Handlungsempfehlung für die Durchführung von Abfallsortieranalysen in Bezug auf die Bestimmung der Anteile an Lebensmittelabfällen im Restabfall, allerdings hat sich diese Sortierrichtlinie in Deutschland als Quasistandard etabliert. Vor diesem Hintergrund ist ein höherer Informationsgehalt in künftigen Abfallsortieranalysen hinsichtlich der Lebensmittelabfälle zu erwarten.

Weiterhin wird derzeit eine bundesweite Hausmülluntersuchung durchgeführt nach deren Abschluss repräsentative Angaben nicht nur zu den Mengen, sondern auch zur Zusammensetzung der kommunal entsorgten Siedlungsabfälle mit Ausweisung der Anteile an Lebensmittelabfällen vorliegen werden.

Zur Abschätzung der Lebensmittelabfälle in sonstigen Entsorgungswegen werden Untersuchungen vergleichend herangezogen, die Lebensmittelströme in Haushalten aufkommenseitig bilanzieren. In diesen Studien wurde das Wegwerfverhalten in Privathaushalten mittels Haushaltstagebüchern oder Befragungen ausgewertet. Die Gleichungen (0.19) und (0.20) beschreiben die Mengenermittlung von Lebensmittelabfällen in den sonstigen Entsorgungswegen der Haushalte.

Gleichung (0.16) und (0.17) zeigen die Formel zur Ermittlung des Lebensmittelabfalls im Restmüll auf Basis von Abfallsortieranalysen:

$$LMA_{R,HH} = HM \cdot (aK_{>40,HH} + aK_{<40,HH}) \quad (0.16)$$

$$HM = HGM \cdot (1 - aG) \quad (0.17)$$

$LMA_{R,HH}$	Spezifische Menge an Lebensmittelabfällen im Restmüll aus Haushalten in $kg/(E \cdot a)$
HGM	Spezifische Restabfallmenge inklusive Geschäftsmüll in $kg/(E \cdot a)$
HM	Spezifische Restabfallmenge in $kg/(E \cdot a)$
aG	Anteil des Geschäftsmülls an der spezifischen Haus- und Geschäftsmüllmenge in Masse – %
$aK_{>40,HH}$	Anteil der Lebensmittelabfälle in der Grobfraction (> 40 mm) am Restmüll aus Haushalten in Masse-%
$aK_{<40,HH}$	Anteil der Lebensmittelabfälle in der Mittel- und Feinfraktion (< 40 mm) am Restmüll aus Haushalten in Masse-%

Die Berechnung der Anteile des Lebensmittelabfalls im Bioabfall erfolgt ebenfalls auf Basis von Abfallsortieranalysen (vgl. Gleichung (0.18)):

$$LMA_{BT,HH} = BT \cdot (aK_{>40,BT} + aK_{<40,BT}) \quad (0.18)$$

$LMA_{BT,HH}$	Spezifische Menge an Lebensmittelabfällen in der Biotonne aus Haushalten in $kg/(E \cdot a)$
BT	Spezifische Bioabfallmenge aus Haushalten in $kg/(E \cdot a)$
$aK_{>40,BT}$	Anteil der Lebensmittelabfälle in der Grobfraction (> 40 mm) an der Bioabfallmenge aus Haushalten in Masse-%
$aK_{<40,BT}$	Anteil der Lebensmittelabfälle in der Mittel- und Feinfraktion (< 40 mm) an der Bioabfallmenge aus Haushalten in Masse-%

Die Lebensmittelabfälle aus Haushalten in sonstigen Entsorgungswegen wird anhand aufkommenseitiger Erhebungen abgeschätzt (vgl. Gleichung (0.19) und (0.20)). Hierfür stehen unter anderem Informationen aus einer repräsentativen Paneluntersuchung unter Einbindung von mehr als 6.000 deutschen Haushalten zur Verfügung (Hübsch und Adlwarth 2017):

$$LMA_{Sonst,HH} = \frac{LMA_{Kom,HH}}{\alpha LMA_{kom,HH}} \cdot (1 - \alpha LMA_{kom,HH}) \quad (0.19)$$

$$LMA_{Kom,HH} = LMA_{R,HH} + LMA_{BT,HH} \quad (0.20)$$

$LMA_{Sonst,HH}$	Spezifische Menge an Lebensmittelabfällen aus Haushalten in sonstigen Entsorgungswegen (Kanalisation, Eigenkompostierung, Verfütterung an Haustiere) in $kg/(E \cdot a)$
$LMA_{Kom,HH}$	Spezifische Menge an Lebensmittelabfällen aus Haushalten im kommunalen Abfallsammelsystem in $kg/(E \cdot a)$
$\alpha LMA_{kom,HH}$	Anteil der ins kommunale Sammelsystem entsorgten Lebensmittelabfälle an der Gesamtmenge an Lebensmittelabfällen aus Haushalten in Masse-%
$LMA_{R,HH}$	spezifische Menge an Lebensmittelabfällen im Restabfall in $kg/(E \cdot a)$
$LMA_{BT,HH}$	spezifische Menge an Lebensmittelabfällen in der Biotonne aus Haushalten in $kg/(E \cdot a)$

3.2 Daten

Primärproduktion

Die landwirtschaftlichen Erzeugnisse aus Tabelle 1 werden in den einschlägigen Statistiken nicht immer konsistent nach ihrem späteren Verwendungszweck (Lebensmittel, Futtermittel, energetische Nutzung, Herstellung von Biokraftstoffen etc.) ausgewiesen. Für die weiteren Betrachtungen wird deshalb angenommen, dass der Anteil landwirtschaftlicher Erzeugnisse, der für den späteren menschlichen Verzehr bestimmt ist, den Mengenangaben zum Nahrungsverbrauch aus dem Statistischen Jahrbuch entspricht. Die erzeugte Lebensmittelmenge in der deutschen Landwirtschaft beträgt demnach im Bilanzjahr 2015/2016 etwa 64,2 Millionen Tonnen (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Erzeugungsmengen von Lebensmitteln in der deutschen Landwirtschaft 2015/2016

Bilanzposten	1.000 t		Bezeichnung in Quelle (SJB – BMEL, 2017)
Getreide	8.065	Tab. 4021100	Nahrung und Nahrung direkt
Kartoffeln	4.670	Tab. 4022700	Nahrung und Nahrung direkt
Zucker (aus Zuckerrüben)	2797	Tab. 4030200	Nahrungsverbrauch
Ölsaaten	179	Tab. 4080100	Nahrungsverbrauch
Hülsenfrüchte	89	Tab. 4022600	Nahrungsverbrauch
Obst	1.325	Tab. 4040600	Erzeugung
Gemüse	3.459	Tab. 4040200	Erzeugung
Fleisch	8.994	Tab. 4050700	Nettoerzeugung 2015
Fisch	1.108	Tab. 4060900	Nahrungsverbrauch 2015
Milch	32.685	Tab. 3110410	Milcherzeugung 2015
Eier	801	Tab. 3110610	Konsumeiererzeugung 2015
∑ Erzeugungsmenge	64.173		

Quelle: Eigene Darstellung nach BMEL, 2017.

Die Abfallkoeffizienten zur Ermittlung der Lebensmittelabfälle während Nachernteprozessen, Lagerung und Transport in der deutschen Landwirtschaft sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Verwendete Abfallkoeffizienten zur Ermittlung der Lebensmittelabfälle während Nachernteprozessen, Lagerung und Transport in der deutschen Landwirtschaft

Bilanzposten	Abfallkoeffizienten in Masse-%		Quellen	
	von	bis	von	bis
Getreide	1,7	3,3	Themen (2014)	Peter et al. (2013)
Kartoffeln	5,2	5,2	Peter et al. (2013)	Peter et al. (2013)
Zuckerrüben	2,0	8,0	Schnepel und Hoffmann (2016)	Schnepel und Hoffmann (2016)
Ölsaaten	1,0	1,0	Graf et al. (2008)	Graf et al. (2008)
Hülsenfrüchte	0,1	0,1	Themen (2014)	Themen (2014)
Obst	6,0	11,0	Themen (2014)	Peter et al. (2013)
Gemüse	4,2	6,0	Themen (2014)	Peter et al. (2013)
Fleisch	1,1	3,0	LKV (2016)	Momeyer (2011)
Fisch	3,0	6,4	Hafner et al. (2014)	Hafner et al. (2014)
Milch	0,6	0,6	Themen (2014)	Themen (2014)
Eier	3,4 ¹	5,5 ²	Damme et al. (2018)	Damme et al. (2018)

¹ Knick- und Schmutzeier (Weißleger), ² Knick- und Schmutzeier (Braunleger).

Quelle: Verwendete Koeffizienten aus Damme et al. (2018).

Die Anteile von Schalen und Knochen an den Lebensmittelabfällen der Landwirtschaft können anhand aggregierter Werte aus Ernährungsdatenbanken berechnet werden. In Tabelle 3 sind die durchschnittlichen Anteile von Knochen und Schalen an Lebensmitteln dargestellt. Hierfür wurden etwa 300 Datensätze aus der Souci-Fachmann-Kraut-Datenbank (SFK-Datenbank) aggregiert und nach den bilanzierten Produktgruppen zusammengefasst (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Anteile von Schalen und Knochen an Lebensmitteln

Produktgruppe	Einheit	Minimum	Mittelwert	Maximum
Getreide			keine Angaben in Datenbank	
Kartoffeln	(Masse-%)	23,6	28,4	32,5
Zuckerrüben			keine Angaben in Datenbank	
Ölsaaten	(Masse-%)	48,0	48,0	48,0
Hülsenfrüchte	(Masse-%)	14,8	17,0	22,3
Obst	(Masse-%)	8,9	10,9	14,1
Gemüse	(Masse-%)	16,0	24,9	34,8
Fleisch	(Masse-%)	15,8	18,7	21,8
Fisch	(Masse-%)	39,0	48,0	56,5
Milch	(Masse-%)	0,0	0,0	0,0
Eier	(Masse-%)	7,0	12,0	15,0

Quelle: Aggregierte Werte aus SFK- Datenbank (SFK.Online, 2019).

Lebensmittelverarbeitung

Das lebensmittelverarbeitende Gewerbe in Deutschland produzierte im Jahr 2015 etwa 105 Millionen Tonnen an Lebensmitteln (vgl. Tabelle 4). Während der Verarbeitung von Lebensmitteln, bzw. der Herstellung von Produkten, fallen in den unterschiedlichen Verarbeitungsstufen Nebenerzeugnisse und Produktionsrückstände an.

Tabelle 4: Produktionsmenge des lebensmittelverarbeitenden Gewerbes in Deutschland im Jahr 2015 (DESTATIS, 2015m)

NACE Code: Verarbeitendes Gewerbe		Produktionsmenge in 1.000 t
10.1	Schlachten und Fleischverarbeitung	14.708
10.2	Fischverarbeitung	407
10.3	Obst- und Gemüseverarbeitung	5.339
10.4	Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten	5.226
10.5	Milchverarbeitung	14.603
10.6	Mahl- u. Schälmaschinen, Herstellung von Stärke und Stärkeerzeugnissen	9.320
10.7	Herstellung von Back- und Teigwaren	6.343
10.8	Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln	11.770
11.0	Getränkeherstellung	37.462
Σ Produktionsmenge		105.178

Quelle: Eigene Darstellung nach DESTATIS, 2015m.

Das Aufkommen organischer Abfälle wird jährlich unter Angabe von branchenspezifischen Abfallschlüsseln in den Datenbanken des Statistischen Bundesamtes veröffentlicht (vgl. DESTATIS, 2015m).

Tabelle 5: Nebenerzeugnisse des lebensmittelverarbeitenden Gewerbes im Jahr 2015

Code	Bezeichnung	Masse ¹ in 1.000 t
GP09-101120003	Genießbare Schlachtnebenerzeugnisse, für pharmazeutische Zwecke	14.698
GP09-101150602	Schweineschmalz, Schweinefett, für technische Zwecke	95.756
GP09-101160300	Tierdärme,-blasen,-mägen, nicht von Fischen, ganz, zerteilt	253.718
GP09-101160900	Andere Waren tierischen Ursprungs, ungenießbar, a. n. g.	390.652
GP09-101316000	Fleischmehl,-pellets, Schlachtnebenerzeugnisse, ungenießbarer Grieben	471.043
GP09-103930000	Pflanzliche Stoffe, Abfälle, Rückstände und Nebenerzeugnisse	22.628
GP09-104141500	Ölkuchen u. a. feste Rückstände aus Sonnenblumenkern gewonnen	106.992
GP09-104141700	Ölkuchen u. a. Rückstände aus Raps- oder Rübensamen gewonnen	3.395.154
GP09-104160300	Tierische Fette und Öle, deren Fraktionen, hydriert, umgeestert	1.804
GP09-104160500	Pflanzliche Fette und Öle, deren Fraktionen, hydriert, umgeestert	116.641
GP09-106140500	Kleie u. a. Rückstände, von Mahlen, Bearbeitungen von Weizen	1.310.735
GP09-106140900	Kleie u. a. Rückstände von Bearbeitung von Getreide, Hülsenfrüchten	79.647
GP09-106220000	Rückstände aus der Stärkegewinnung und ähnliche Rückstände	43.886
Σ Nebenerzeugnisse		6.303.354

Quelle: ¹ DESTATIS, 2015m.

Im Jahr 2015 wurden im lebensmittelverarbeitenden Gewerbe etwa 6,3 Millionen Tonnen an Nebenerzeugnissen produziert (vgl. Tabelle 5) und organische Abfälle fielen in Höhe von etwa 3,4 Millionen Tonnen an, wovon 1,2 Millionen Tonnen als Schlämme deklariert sind (vgl. Tabelle 6). Bei diesen Mengen handelt es sich in der Regel um die Ausweisung organischer Abfälle, welche sowohl Lebensmittelabfälle, als auch für den Verzehr ungeeignete Stoffe, d. h. keine Lebensmittel, beinhalten. Weitere Angaben zu den Anteilen von Lebensmittelabfällen an diesen organischen Abfallmengen sind in den Statistiken nicht enthalten.

Tabelle 6: Organische Abfallmengen des lebensmittelverarbeitenden Gewerbes im Jahr 2015 gemäß Europäischem Abfallkatalog (EAV)

Code	Bezeichnung	Masse ¹ in 1.000 t
EAV-020201-U	Fleisch u. a.: Schlämme von Wasch-,Reinigungsvorgängen	6,7
EAV-020202-U	Fleisch u. a.: Abfälle aus tierischem Gewebe	292,7
EAV-020203-U	Fleisch u. a.: Für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	543,4
EAV-020204-U	Fleisch u. a.: Schlämme (betriebseigene Abwasserbehandlung)	920,3
EAV-020299-U	Verarbeitung von Fleisch, Fisch u. a.: Abfälle a. n. g.	90,5
EAV-020301-U	Obst u. a.: Schlämme aus Wasch-,Reinigungsprozessen u. a.	234,4
EAV-020302-U	Obst u. a.: Abfälle von Konservierungsstoffen	0
EAV-020303-U	Obst u. a.: Abfälle aus Extraktion mit Lösemitteln	0
EAV-020304-U	Obst u. a.: Für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	562,3
EAV-020305-U	Obst u. a.: Schlämme (betriebseigene Abwasserbehandlung)	20,0
EAV-020399-U	Verarbeitung von Obst, Gemüse u. a.: Abfälle a. n. g.	114,5
EAV-020401-U	Zuckerherstellung: Rübenerde	0
EAV-020402-U	Zuckerherstellung: Nicht spezifikationsgerechter Calciumcarbonatschlamm	0

EAV-020403-U	Zuckerherstellung: Schlämme (betriebseigenen Abwasserbehandlung)	0
EAV-020499-U	Zuckerherstellung: Abfälle a. n. g.	103,7
EAV-020501-U	Milchverarbeitung: Für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	79,5
EAV-020502-U	Milchverarbeitung: Schlämme (betriebseigenen Abwasserbehandlung)	50,1
EAV-020599-U	Milchverarbeitung: Abfälle a. n. g.	16,0
EAV-020601-U	Back-,Süßwaren: Für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	263,4
EAV-020602-U	Back-,Süßwaren: Abfälle von Konservierungsstoffen	0
EAV-020603-U	Back-,Süßwaren: Schlämme (betriebseigenen Abwasserbehandlung)	2,9
EAV-020699-U	Herstellung von Back- und Süßwaren: Abfälle a. n. g.	0
EAV-020701-U	Getränke: Abfälle aus der Wäsche, Reinigung u. a.	3,0
EAV-020702-U	Getränke: Abfälle aus der Alkoholdestillation	22,9
EAV-020703-U	Getränke: Abfälle aus der chemischen Behandlung	0
EAV-020704-U	Getränke: Für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe	45,1
EAV-020705-U	Getränke: Schlämme (betriebseigenen Abwasserbehandlung)	11,9
EAV-020799-U	Herstellung von Getränken: Abfälle a. n. g.	2,9
Σ Abfälle		3.386
davon Schlämme		1.226

Quelle: ¹ DESTATIS, 2015a.

Die ermittelten Abfallquoten in Bezug auf die jeweilige Produktionsmenge sind in Tabelle 7 aufgeführt. Dabei handelt es sich um die Ergebnisse aus einer, von den Autoren durchgeführten, Unternehmensbefragung (n=100) des lebensmittelverarbeitenden Gewerbes. Die befragten Unternehmen produzieren zusammen etwa 5,9 Millionen Tonnen an Lebensmitteln pro Jahr. Dies korrespondiert mit etwa 5,6 Masse-% der Produktionsmenge des lebensmittelverarbeitenden Gewerbes in Deutschland.

Tabelle 7: Ermittelte Abfallquoten in Bezug auf die jeweilige Produktionsmenge – Ergebnisse aus einer Unternehmensbefragung (n=100) des lebensmittelverarbeitenden Gewerbes

NACE Code	Mittelwert (Masse-%)	Standardfehler (Masse-%)	Konfidenzintervall ² (Masse-%)		n (100)
10.1	0,22	0,12	0,22	±0,20	6
10.2	4,00	1,00	4,00	±1,64	2
10.3	2,40	0,68	2,40	±1,11	11
10.4	0,09 ¹	0,04	0,09	±0,07	0
10.5	1,50	0,47	1,50	±0,78	10
10.6	0,09	0,04	0,09	±0,07	2
10.7	10,82	1,29	10,82	±2,12	12
10.8	1,74	0,42	1,74	±0,68	27
11.0	2,31	0,51	2,31	±0,84	30

¹ Aufgrund fehlender Daten wird folgende Annahme getroffen: Abfallkennziffer von WZ08-104 entspricht der mittleren Abfallkennziffer von WZ08-106. ² Konfidenzniveau: 90 Prozent ($\alpha=0,1$)

Quelle: Eigene Erhebung.

Im Vergleich zu den eigens ermittelten Abfallquoten aus der Unternehmensbefragung sind Angaben zu Abfallquoten und -kennziffern aus der Fachliteratur in Tabelle 8 aufgeführt.

Tabelle 8: Abfallkennziffern im lebensmittelverarbeitenden Gewerbe – Literaturwerte

NACE Code	Beschäftigte ¹ (Anzahl)	Lebensmittelabfall ² (kg/Beschäftigtem)	Lebensmittelabfall ³ (Masse-%)	Lebensmittelabfall ⁴ (Masse-%)
10.1	82.772	2.500	16,1	41,0
10.2	5.581	200	9,9	-
10.3	26.839	8.100	2,4	6,9
10.4	4.937	500	0,6	21,2
10.5	39.616	2.100	1,1	8,7
10.6	11.802	4.800	7,6	-
10.7	137.432	1.900	-	3,0
10.8	91.376	8.800	3,0	12,0
11.0	52.409	-	2,7	7,4

Quellen: ¹ DESTATIS, 2015d; ² Jensen et al., 2011; ³ C-Tech Innovation Ltd., 2004; ⁴ Mosberger et al., 2016.

Die Abfallquoten aus der Literatur unterscheiden sich teilweise signifikant untereinander sowie im Vergleich zu den Werten aus der von den Autoren durchgeführten Unternehmensbefragung (vgl. Tabelle 7 und Tabelle 8). Die Literaturwerte werden deshalb als Vergleichsgröße zur Einordnung der Ergebnisse herangezogen, finden jedoch keinen Eingang in die Berechnung der Lebensmittelabfälle für Deutschland.

Handel

Der Umsatz im deutschen Lebensmitteleinzelhandel beträgt etwa 140 Milliarden Euro (siehe Tabelle 9 und Tabelle 10).

Tabelle 9: Umsatz im Handel: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige, Produkte

WZ08-47 Einzelhandelsleistungen (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)		Umsatz in 1.000 EUR
CPA08-470011	mit Obst, Gemüse und Kartoffeln, frisch	20.594.893
CPA08-470012	mit Obst, Gemüse und Kartoffeln, verarbeitet	2.877.937
CPA08-470013	mit Fleisch	15.727.993
CPA08-470014	mit Fleischwaren	11.596.316
CPA08-470015	mit Fisch, Fischerzeugnissen, Krusten- u. Weichtieren	2.455.875
CPA08-470016	mit Backwaren	12.704.288
CPA08-470017	mit Süßwaren	13.625.590
CPA08-470018	mit Milch und Milcherzeugnissen	20.139.470
CPA08-470019	mit Eiern	3.796.336
CPA08-470025	mit alkoholhaltigen Getränken	22.677.815
CPA08-470026	mit sonstigen Getränken	13.772.369
Summe		139.968.882

Quelle: DESTATIS, 2015q.

Tabelle 10: Umsatz des deutschen Lebensmitteleinzelhandels im Jahr 2015

Produktgruppe	Umsatz in 1.000 EUR
Obst und Gemüse	23.472.830
davon Obst	
davon Gemüse	
davon Obst, Gemüse, Kartoffeln (verarbeitet)	2.877.937
Fleisch, Wurst, Fisch	29.780.184
Molkereiprodukte	20.139.470
Brot und Backwaren	12.704.288
Übrige Lebensmittel/Trockensortiment	53.872.110
darunter Getränke	36.450.184
Summe	139.968.882

Quelle: DESTATIS, 2015q. Aggregation nach Produktgruppen aus Tabelle 9.

Die EHI Retail Institute GmbH (EHI) veröffentlichte im September 2011 eine Studie, welche die Umsatzverluste durch Bruch und Verderb von Lebensmitteln im deutschen Lebensmitteleinzelhandel (LEH) untersuchte, die Ergebnisse sind in Tabelle 11 dargestellt.

Tabelle 11: Übersicht der Umsatzverluste aus Bruch und Verderb im Lebensmitteleinzelhandel nach Warengruppen

Produktgruppe	Bandbreite in Umsatz-%		Durchschnitt in Umsatz-%
	von	bis	MW**
Obst und Gemüse	3,40	7,01	5,12
Fleisch, Wurst, Fisch und Geflügel	0,67	3,33	2,10
Molkereiprodukte	0,87	3,38	1,55
Brot und Backwaren SB* ohne Retouren	0,77	1,36	0,95
Brot und Backwaren SB* mit Retouren	7,94	13,24	10,42
Backstation, Backshop, Hausbäckerei	3,84	9,55	6,52
Sonstige Lebensmittel	0,20	0,72	0,48

*SB = Selbstbedienung; **MW = Mittelwert

Quelle: Eigene Darstellung nach EHI, 2011.

Die monetären Umsatzverluste aus dem deutschen Lebensmitteleinzelhandel wurden anhand der durchschnittlichen Verkaufspreise pro Produktgruppe umgerechnet, um dadurch eine Annäherung an die Masse der Lebensmittelabfälle zu erhalten. Die spezifischen Verkaufspreise wurden Hafner et al. (2012) entnommen und mithilfe der Verbraucherpreisindizes (VPI) auf den Stand 2015 umgerechnet (vgl. Tabelle 12).

Tabelle 12: Umrechnungsfaktoren: Durchschnittliche Verkaufspreise pro Produktgruppe

Produktgruppe	EUR/kg (2011) ¹	VPI 2010 / VPI 2011 ²	VPI 2015 ²	EUR/kg (2015)
Obst	4,04	0,97	122,6	4,79
Gemüse	2,3	1,05	105,9	2,55
Fleisch u. Fisch	10,69	0,97	112,8	11,73
Milchprodukte	4,83	0,96	111,9	5,18
Backwaren	3,36	0,97	112,3	3,67
Teigwaren	3,36	0,97	112,3	3,67
Sonstiges	6,31	0,98	112,4	6,94
Getränke	5,71	0,94	112,2	6,01

Quellen: ¹ nach Hafner et al., 2012, ² DESTATIS, 2015r.

Im Zuge dieser Untersuchung erklärte sich ein Akteur des Lebensmitteleinzelhandels dazu bereit, an der Datenerhebung unterstützend mitzuwirken und stellte Datensätze bezüglich des Abfallaufkommens aus insgesamt 77 Filialen als Berechnungsgrundlage zur Verfügung. Daraus wurde ein spezifisches Aufkommen an Lebensmittelabfällen von 7,65 kg pro Quadratmeter Verkaufsfläche ermittelt. Einzelne Unternehmen veröffentlichen zudem in Nachhaltigkeitsberichten spezifische Abfallkennwerte, die das durchschnittliche Abfallaufkommen organischer Abfälle pro Quadratmeter Verkaufsfläche beschreiben (vgl. Tabelle 13).

Tabelle 13: Verkaufsfläche des Lebensmitteleinzelhandels 2015 und spezifische Abfallkennwerte

	Einheit	Wert
Verkaufsfläche Lebensmitteleinzelhandel 2015	Mio. m ²	35,6
Spezifischer Abfallkennwert aus 77 Filialen (Eigene Erhebung)	kg/m ²	7,65
Spezifischer Abfallkennwert (REWE Group, 2016)	kg/m ²	16,4

Quelle: Eigene Darstellung.

Der Warenumsatz von Großmärkten des Interessenverbandes „GFI Deutsche Großmärkte – Gemeinschaft zur Förderung der Interessen der Deutschen Großmärkte e.V.“ betrug im Jahr 2015 rund 7,77 Mio. t/a (GFI, 2015). Die Reichweite des Verbandes beträgt nach Hafner et al. (2012) etwa 90 %, wodurch der hochgerechnete Warenumsatz deutscher Großmärkte insgesamt etwa 8,63 Mio. t/a beträgt. Organische Abfälle auf Großmärkten entsprechen laut Erhebungen der GFI aus dem Jahr 2011 einem Anteil von etwa 0,5 bis 1 Masse-% in Bezug auf den jährlichen Warenumsatz (Hafner et al., 2012).

Außer-Haus-Verzehr

Die zur Berechnung verwendeten statistischen Datengrundlagen sind in Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Statistische Datengrundlagen zur Ermittlung der Lebensmittelabfälle im Außer-Haus-Verzehr

Art	Einheit	2015	Quelle
Erwerbstätige	1.000 (Anzahl)	43.069	(DESTATIS, 2015f)
Bevölkerungsstand (31.12.2015)	1.000 (Anzahl)	82.176	(DESTATIS, 2015g)
Gaststättengewerbe			
Besuche in Erlebnisgastronomie	Mrd. (Anzahl)	1,38	(Weiß, 2017)
Besuche in Full Service Restaurants	Mrd. (Anzahl)	2,03	(Weiß, 2017)
Besuche in Quick Service Restaurants	Mrd. (Anzahl)	5,18	(Weiß, 2017)
Beherbergungsgewerbe			
Übernachtungen im Beherbergungsgewerbe	Mio. (Anzahl)	436	(DESTATIS, 2015b)
Ausgegebene Portionen in Beherbergung	Mio. (Anzahl)	436	Annahme
Krankenhäuser			
Aufgestellte Betten	Anzahl	499.351	(DESTATIS, 2015j)
Durchschnittliche Bettenauslastung	Prozent	77,5	(DESTATIS, 2015j)
Schulen			
Primarbereich; Vorschulbereich	Schüler*innen (Anzahl)	2.891.926	(DESTATIS, 2015o)
Sekundarbereich; Berufsschulen	Schüler*innen (Anzahl)	7.764.982	(DESTATIS, 2015n)
Keinem Bereich zugeordnet	Schüler*innen (Anzahl)	175.107	(DESTATIS, 2015o)
Anteil Schüler*innen, die in Mensa essen	Prozent	16,5	(MRI, 2008a; 2008b)
Schultage pro Jahr	Anzahl	225	
Kinderbetreuungseinrichtungen			
Tageseinrichtungen (Kinder, tätige Personen)	Anzahl	3.341.786	(DESTATIS, 2015i)
Kindertagespflege (Kinder, tätige Personen)	Anzahl	148.806	(DESTATIS, 2015h)
Anzahl der Kinder mit Mittagsverpflegung	Anzahl	2.487.672	(DESTATIS, 2015i)
Hochschulen			
Studierende 2015/2016	Anzahl	2.757.799	(DESTATIS, 2015p)
Anteil Studierende, die in Mensa essen	Prozent	59,9	(MRI, 2008a; 2008b)
Anzahl Vorlesungstag	Anzahl	160	
Alten- und Pflegeheime			
Anzahl der verfügbaren Pflegeplätze	Anzahl	928.939	(DESTATIS, 2015l)
Anzahl Pflegebedürftige (vollstationär)	Anzahl	783.416	(DESTATIS, 2015k)
Anzahl Pflegebedürftige (teilstationär)	Anzahl	73.886	(DESTATIS, 2015k)
Betriebsverpflegung			
Anteil Erwerbstätige, die in Kantine essen	Prozent	21	(BMEL, 2017)
Arbeitstage pro Jahr	Anzahl	250	
Bundeswehr			
Ausgegebene Essen pro Tag	Anzahl	111.608	Annahme basierend auf (Hafner et al., 2012)
Justizvollzugsanstalten			
Belegung geschlossener Vollzug	Häftlinge (Anzahl)	63.482	(DESTATIS, 2015e)
Belegung offener Vollzug	Häftlinge (Anzahl)	11.043	(DESTATIS, 2015e)
Portionen je Häftling (geschlossener Vollzug)	Portionen/(Person*d)	3	(Hafner et al., 2012)
Portionen je Häftling (offener Vollzug)	Portionen/(Person*d)	2	(Hafner et al., 2012)

Quelle: Eigene Darstellung.

Tabelle 15 zeigt spezifische Abfallkoeffizienten aus Literatur und Fachveröffentlichungen für verschiedene Einrichtungstypen im Außer-Haus-Verzehr. Die Angaben der vermeidbaren Lebensmittelabfälle enthalten keine Zubereitungsreste.

Tabelle 15: Lebensmittelabfälle in verschiedenen Einrichtungsarten im Außer-Haus-Verzehr – Abfallkoeffizienten aus der Fachliteratur

Einrichtungsart	Lebensmittelabfall			n	Quelle
	Gesamt	vermeidbar	Einheit		
Gaststättengewerbe					
Full-Service-Restaurants	206	105	g/Portion	13	(Schwarzmayr, 2016)
Erlebnisastronomie	-	-	-	-	-
Quick-Service-Restaurants	29	29	g/Gast	1.490	(McDonald's, 2018)
Beherbergungsgewerbe					
	136	109	g/Portion	24	(Borstel et al., 2017)
	232	158	g/Portion	13	(Schwarzmayr, 2016)
Krankenhäuser					
(Annahme: 3 Port./d)	152	122	g/Portion	64	(Borstel et al., 2017)
	456	366	g/(Bett*d)		
Bildungseinrichtungen					
Schulen					
	107	107	g/Portion	11	(Borstel et al., 2017)
	136	117	g/Schüler*in	11	(Waskow et al., 2016)
Hochschulen	280	280	g/Portion	1	(Ferreira et al., 2013)
Kinderbetreuungseinrichtungen	107	107	g/Portion	11	(Borstel et al., 2017)
(Annahme: wie Schulen)	136	117	g/Schüler*in	11	(Waskow et al., 2016)
Alten- und Pflegeheime					
	152	122	g/Portion	64	(Borstel et al., 2017)
Betriebsverpflegung					
	108	78	g/Portion	269	(Borstel et al., 2017)
	155	135	g/Portion	23	(Schwarzmayr, 2016)
Bundeswehr					
	211	108 ¹	g/Portion		(Part, 2010)
	160	82	g/Portion		(Müller, 1998)
Justizvollzugsanstalten					
	226	116 ¹	g/Portion		(Hafner et al., 2012)

¹ Annahme: Verhältnis vermeidbar zu gesamt wie bei Müller (1998)

Quelle: Eigene Darstellung.

Haushalte

Laut einer aktuellen Studie der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK-Studie), die sich auf repräsentative Tagebuchaufzeichnungen stützt, liegt der jährliche Lebensmittelabfall in deutschen Haushalten bei ca. 47 kg pro Person (ohne flüssige Lebensmittelabfälle, die über die Kanalisation entsorgt werden). Im Vergleich hierzu werden die Lebensmittelabfälle aus Haushalten in der vorliegenden Untersuchung zusätzlich anhand amtlicher Statistiken, abfallstatistischer Kenngrößen und weiteren physischen Daten (z. B. Abfallsortieranalysen) ermittelt. Die verwendeten Datengrundlagen sind nachfolgend aufgeführt.

Das Aufkommen an Hausmüll inkl. Geschäftsmüll beläuft sich im Jahr 2015 auf etwa 160 kg pro Einwohner*in und Jahr (DESTATIS, 2015c). Der Geschäftsmüllanteil am Haus- und Geschäftsmüllaufkommen wurde aus mehreren Quellen abgeschätzt und beträgt demnach etwa 20 Masse-% (siehe Tabelle 16).

Tabelle 16: Geschäftsmüllanteile am Haus- und Geschäftsmüll im Vergleich mehrerer Literaturquellen

Quelle	Anteil Geschäftsmüll in Masse-%	Anmerkung
(Panning, 2002)	20,0	Magdeburg
(BayLfU, 2003)	20,0-30,0	Mehrere Analysen
(Kranert, 2004)	34,4	Braunschweig/ Wolfenbüttel
(ELW, 2009)	18,0	Wiesbaden
(Berthold und Hoeß, 2010)	24,8	Stuttgart
(Lebersorger und Beigl, 2011)	20,9	Steiermark Österreich
(Kern, 2011)	10,0	Ländlich
(Kern, 2011)	15,0-25,0	Städtisch
Getroffene Annahme (Median)	20,0	(vgl. Hafner et al., 2012)

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Datengrundlagen und Annahmen für die Hochrechnung der Menge an Lebensmittelabfällen im Restmüll aus Haushalten sind in Tabelle 17 aufgeführt. Szenario 1 basiert auf der Auswertung von insgesamt zwölf Sortieranalysen aus dem Jahr 2015 in unterschiedlichen Regionen Deutschlands (vgl. Bothe, 2017). Der Anteil an Lebensmittelabfällen in der Mittel- und Feinfraktion ist in den ausgewerteten Sortieranalysen nicht mit angegeben. Es wird für dieses Szenario die Annahme getroffen, dass die Anteile der Lebensmittelabfälle an Organik in der Mittel- und Feinfraktion dieselben sind wie in der Grobfraktion. Szenario 2 unterscheidet sich von Szenario 1 durch die Abschätzung der Anteile an Lebensmittelabfällen in Mittel- und Feinfraktion anhand der Verwendung von Daten aus der Niederösterreichischen Detailuntersuchung der Mittel- und Feinfraktion (Schneider et al., 2012).

Tabelle 17: Datengrundlagen und Annahmen für die Hochrechnung der Menge an Lebensmittelabfällen im Restmüll aus Haushalten

	Einheit	Szenarien	
		1	2
Menge an Hausmüll (inkl. Geschäftsmüll*)	kg/(E·a)	160 ¹	160 ¹
Anteil Geschäftsmüll	Masse-%	20,0 ²	20,0 ²
Ausgewertete Sortieranalysen	Anzahl	12	12
Analysenzeitraum	Jahr	2015	2015
Anteil Lebensmittelabfälle > 40 mm am Hausmüll	Masse-%	23,2 ³	23,2 ³
Anteil Lebensmittelabfälle an Organik > 40 mm	Masse-%	82,2 ³	82,2 ³
Anteil Fein- und Mittelfraktion < 40 mm am Hausmüll	Masse-%	22,2 ⁴	22,2 ⁴
Anteil organischer Fein- und Mittelmüll < 40 mm am Hausmüll	Masse-%	13,9 ⁵	13,9 ⁵
Anteil Lebensmittelabfälle an Fein- und Mittelfraktion < 40 mm	Masse-%	25,0 ⁶	51,5 ⁷

*hausmüllähnliche Gewerbeabfälle gemeinsam über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt.

Quellen: ¹ Statistisches Bundesamt (DESTATIS, 2015c), ² Annahme (Median) aus mehreren Untersuchungen (siehe 14), ³ Mittelwert aus zwölf Untersuchungen in 2015 (Datentabellen zu Abbildungen 7 und 8 aus Bothe (2017) wurden persönlich übermittelt (Bothe, 2017)), ⁴ Abbildung 2 aus Bothe (2017), Seite 362 (Bothe, 2017), ⁵ Abbildung 10 aus Bothe (2017), Seite 366 (Bothe, 2017), ⁶ Abbildung 0.1 aus Schneider et al., 2012, ⁷ berechnet über den mittleren Anteil an Organik (62,6 %) in der Mittel- und Feinfraktion, unter der Annahme, dass die Anteile der Lebensmittelabfälle an Organik in der Mittel- und Feinfraktion gleich sind wie in der Grobfraktion (83,0 % und 82,2 %).

Das Aufkommen an Bioabfall beläuft sich im Jahr 2015 auf etwa 56 kg pro Einwohner*in und Jahr (DESTATIS, 2015c). In Tabelle 18 sind die durchschnittlichen Anteile an Lebensmittelabfällen in der Biotonne aus insgesamt acht unterschiedlichen Sortieranalysen dargestellt. Der mittlere Anteil an Lebensmittelabfall in der Biotonne beträgt 18,6 Masse-% in der Grobfraktion > 40 mm und 15,8 Masse-% in der Mittel- und Feinfraktion < 40 mm.

Tabelle 18: Datengrundlage für den Anteil der Lebensmittelabfälle an der Biotonne-Sammelmenge

Quelle	Anteil an Lebensmittelabfall in der Biotonne		
	> 40 mm (Masse-%)	< 40 mm (Masse-%)	gesamt (Masse-%)
(BIWA Consult, 2017)	27,7	-	-
(Siepenkothen und Neumann, 2017)	15,9	12,9	28,8
(Siepenkothen und Neumann, 2017a)	11,0	11,0	22,0
	10,6	9,3	19,9
(Heller und Langhein, 2018)	-	-	39,0
(Kern et al., 2018a)	27,4	30,6	58,0
	12,8	15,1	27,9
(Leverenz et al., 2018)	24,8	-	-
Mittelwert	18,6	15,8	32,6
Minimum	10,6	9,3	19,9
Maximum	27,7	30,6	58,0
Median	15,9	12,9	28,4

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Annahmen für die Hochrechnung der Menge an Lebensmittelabfällen in der Biotonne sind in Tabelle 19 dargestellt. Szenario 1 basiert auf Mittelwerten aus insgesamt acht Sortieranalysen, die sich teilweise in ihrem jeweiligen methodischen Vorgehen voneinander unterscheiden. In Szenario 2 wird mit dem Mittelwert aus insgesamt 13 Sortieranalysen des Witzenhausen-Instituts gerechnet, die untereinander konsistent in ihrem jeweiligen methodischen Vorgehen sind (Kern et al., 2018b).

Tabelle 19: Annahmen für die Hochrechnung der Menge an Lebensmittelabfällen in der Biotonne

	Einheit	Szenario	
		1	2
Abfallmenge in Biotonne aus Haushalten	kg/(E·a)	56 ¹	56 ¹
Anteil Lebensmittelabfälle > 40 mm an Abfallmenge in Biotonne	Masse-%	18,6 ²	-
Anteil Lebensmittelabfälle < 40 mm an Abfallmenge in Biotonne	Masse-%	15,8 ²	-
Anteil Lebensmittelabfälle an Abfallmenge in Biotonne	Masse-%	33,8 ²	41,2 ³

Quellen: ¹ Statistisches Bundesamt (DESTATIS, 2015c), ² Mittelwert aus mehreren Untersuchungen (siehe Tabelle 16), ³ Mittelwert aus 13 Sortieranalysen (Kern et al., 2018b).

Die Ermittlung der Lebensmittelabfälle in sonstigen Entsorgungswegen (Eigenkompostierung, Entsorgung über die Kanalisation und Verfütterung an Haustiere) erfolgt im Gegensatz zum Rest- und Bioabfall mittels aufkommensseitiger Untersuchungen unter Einbindung der Bevölkerung, auf Basis von Haushaltstagebüchern oder Befragungen. Eine Studie der Gesellschaft für Konsumforschung (GfK) aus dem Jahr 2017 untersuchte mittels Haushaltstagebüchern das

Aufkommen von Lebensmittelabfällen in insgesamt 6.000 deutschen Haushalten (Hübsch und Adlwarth, 2017). Diese Stichprobengröße ist gemäß den statistischen Anforderungen repräsentativ für Deutschland und liefert aussagekräftige Ergebnisse zu den jeweiligen Entsorgungswegen (vgl. Tabelle 20, rechts). In Tabelle 20 sind auch die Ergebnisse einer nicht repräsentativen Stichprobe von 39 Haushalten aus dem Landkreis Ludwigsburg vergleichend gegenüber gestellt (vgl. Tabelle 20, Mitte).

Tabelle 20: Verteilung von Lebensmittelabfällen auf unterschiedliche Entsorgungswege – Gegenüberstellung von Literaturwerten

Quelle	Lebensmittelabfälle in Masse-%	
	(Gusia, 2012)	(Hübsch und Adlwarth, 2017)
Restmüll	37	33
Biotonne	42	34
Eigenkompostierung	9	9
Verfütterung	4	6
Kanalisation ¹	8	14
Sonstige	-	3
∑ im kommunalen Sammelsystem	79	67
∑ in sonstigen Entsorgungswegen	21	33
Summe	100	100

¹ Gemäß des o. g. Delegierten Beschlusses im Rahmen der revidierten Abfallrahmenrichtlinie 2018/581 besteht keine Berichtspflicht für Lebensmittelabfälle, welche über die Kanalisation entsorgt werden. Dieser Anteil kann auf freiwilliger Basis berichtet werden und wird in der späteren Ergebnisdarstellung separat ausgewiesen.

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Vermeidbarkeit der Lebensmittelabfälle in deutschen Haushalten bewegt sich zwischen etwa 43,8 Masse-% (Hübsch und Adlwarth, 2017) und 47,0 Masse-% (Hafner et al., 2012).

3.3 Ergebnis

Primärproduktion

In den Marktbilanzen des Statistischen Jahrbuches über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten werden Marktverluste für Getreide, Kartoffeln, Hülsenfrüchte, Obst, Gemüse und Eier in Höhe von etwa 1,99 Millionen Tonnen für den Bilanzraum 2015/2016 ausgewiesen (vgl. Tabelle 21). Bei dieser Verlustmenge handelt es sich nicht zwangsläufig um entsorgte Lebensmittel, sondern um bilanzielle Verluste (auf Basis konstanter prozentualer Abzugsgrößen), die zum Beispiel durch Atmungsverluste entstehen können. Diese Angaben lassen keine direkten Rückschlüsse auf das tatsächliche Lebensmittelaufkommen zu und dienen an dieser Stelle ausschließlich als Vergleichsgröße der berechneten Lebensmittelabfälle in Tabelle 22.

Tabelle 21: Marktverluste während Nachernteprozessen, Lagerung und Transport in der deutschen Landwirtschaft im Bilanzraum 2015/2016

Bilanzposten	1.000 t	Quelle	Bezeichnung in Quelle (SJB – BMEL, 2017)
Getreide	529	Tab. 4021100	Verluste (Marktbilanz)
Kartoffeln	242	Tab. 4022700	Verluste (Marktbilanz)
Zuckerrüben	-	Tab. 4030200	keine Angaben
Ölsaaten	-	Tab. 4080100	Keine Angaben
Hülsenfrüchte	9	Tab. 4022600	Marktverluste
Obst	335	Tab. 4040600	Marktverluste
Gemüse	863	Tab. 4040200	Marktverluste
Fleisch	-	Tab. 4050700	keine Angaben
Fisch	-	Tab. 4060900	keine Angaben
Milch	-	Tab. 3110410	keine Angaben
Eier	9	Tab. 3110610	Verluste
Σ Marktverluste	1.988		

Quelle: BMEL, 2017.

Die Ergebnisse der Berechnung der Lebensmittelabfälle in der deutschen Landwirtschaft, welche während Nachernteprozessen, Lagerung und Transport entstehen, sind in Tabelle 22 zusammengefasst. In der deutschen Landwirtschaft entstehen demnach zwischen 1,03 und 1,69 Millionen Tonnen Lebensmittelabfälle pro Jahr, dies entspricht im Mittel etwa 1,36 Mio. t/a mit einem Anteil von ca. 195.000 Tonnen an Schalen und Knochen.

Tabelle 22: Lebensmittelabfälle während Nachernteprozessen, Lagerung und Transport in der deutschen Landwirtschaft im Bilanzraum 2015/2016 – Ergebnisse der Hochrechnung

in 1.000 t Bilanzposten	Lebensmittelabfälle (inkl. Schalen u. Knochen)			Vermeidbare Lebensmittelabfälle (exkl. Schalen u. Knochen)		
	von	bis	MW	von	bis	MW
Getreide	137	266	202	137	266	202
Kartoffeln	243	243	243	174	174	174
Zuckerrüben	56	224	140	56	224	140
Ölsaaten	2	2	2	1	1	1
Hülsenfrüchte	0,09	0,09	0,09	0,07	0,07	0,07
Obst	79	146	113	70	130	100
Gemüse	145	208	177	109	156	133
Fleisch	99	270	185	80	220	150
Fisch	33	89	61	17	46	32
Milch	196	196	196	196	196	196
Eier	35	50	43	31	44	37
∑ Lebensmittelabfall	1.025	1.694	1.360	872	1.457	1.165

Quelle: Eigene Darstellung.

Lebensmittelverarbeitung

Die Ergebnisse der Hochrechnung, basierend auf Abfallkoeffizienten aus der Literatur, zeigen signifikante Unterschiede und variieren von minimal ca. 2,03 bis maximal ca. 13,13 Millionen Tonnen pro Jahr (vgl. Tabelle 23). Diese Bandbreite ist unter anderem durch methodische Unterschiede in der Datenerhebung und durch unterschiedliche Verwendung von Bilanzgrößen begründet. Die vergleichsweise hohen Abfallmengen nach Mosberger et al. (2016) beinhalten beispielsweise organische Stoffe, die in der vorliegenden Betrachtung in großen Teilen als Nebenerzeugnisse ausgewiesen werden können und somit nicht als Lebensmittelabfälle zu bewerten sind.

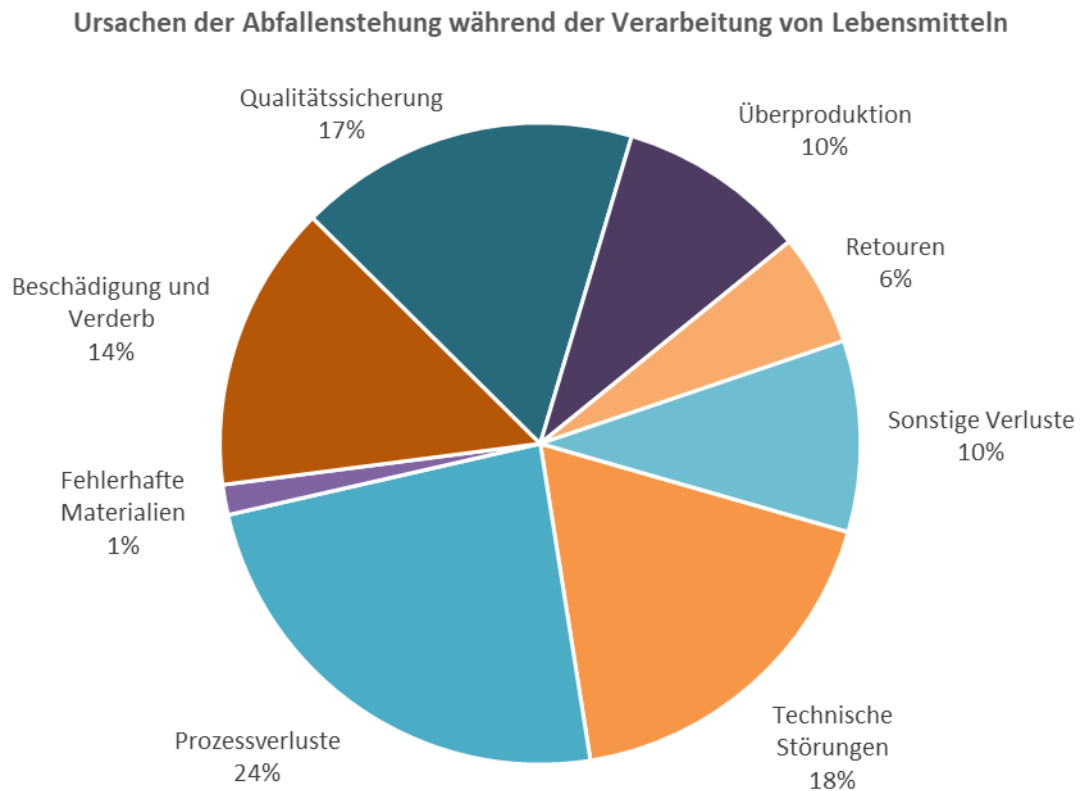
Tabelle 23: Lebensmittelabfälle im lebensmittelverarbeitenden Gewerbe im Jahr 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung basierend auf Abfallkoeffizienten aus der Literatur

NACE Code und Bezeichnung	Berechnung auf Datengrundlage von ... in t/a		
	(Jensen et al., 2011)	(C-Tech Innovation Ltd., 2004)	(Mosberger et al., 2016)
10.1 Schlachten und Fleischverarbeitung	206.930	2.368.024	6.030.371
10.2 Fischverarbeitung	1.116	40.322	-
10.3 Obst- und Gemüseverarbeitung	217.396	128.127	368.366
10.4 Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten	2.469	31.359	1.108.002
10.5 Milchverarbeitung	83.194	160.630	1.270.434
10.6 Mahl- und Schälmaschinen, Herstellung von Stärke und Stärkeerzeugnissen	56.650	708.320	-
10.7 Herstellung von Back- und Teigwaren	261.121	-	190.275
10.8 Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln	804.109	353.097	1.412.386
11.0 Getränkeherstellung	401.759	1.011.477	2.753.464
Σ Lebensmittelabfall	2.034.742	4.801.355	13.133.298

Quelle: Eigene Darstellung.

Im Rahmen einer von den Autoren durchgeführten bundesweiten Unternehmensbefragung wurden für die vorliegende Untersuchung Abfallkoeffizienten und Ursachen für die Abfallentstehung ermittelt. In Abbildung 6 sind die Ursachen der Abfallentstehung während der Verarbeitung von Lebensmitteln grafisch dargestellt. Prozessimmanente Verfahren, die zum Beispiel zur Qualitätssicherung beitragen, verursachen einen Teil des Abfallaufkommens, der sich in der Regel nicht vermeiden lässt. Lebensmittelabfälle können während der Verarbeitung beispielsweise durch Anpassung der Prozesssteuerung, Planung oder Handhabung reduziert werden. Hierbei handelt es sich vorrangig um Lebensmittelabfälle, die durch Prozessverluste (24 %), Beschädigung und Verderb (14 %), Überproduktion (10 %), Retouren aus dem Handel (6 %) und dem Einsatz fehlerhafter Materialien (1 %) verursacht werden (vgl. Abbildung 6). Der vermeidbare Anteil von Lebensmittelabfällen des lebensmittelverarbeitenden Gewerbes beträgt demnach rund 55 Masse-%.

Abbildung 6: Ursachen der Abfallentstehung im lebensmittelverarbeitenden Gewerbe – Ergebnisse der Unternehmensbefragung (n=100)



Quelle: Eigene Darstellung.

Die Ergebnisse der Hochrechnung im lebensmittelverarbeitenden Gewerbe sind in Tabelle 24 dargestellt. Die berechneten Intervallgrenzen der Stichprobe betragen rund 1,4 bis 2,9 Millionen Tonnen pro Jahr bei einem Konfidenzniveau von 90 %. Durchschnittlich entstanden im Jahr 2015 rund 2,2 Millionen Tonnen an Lebensmittelabfälle im lebensmittelverarbeitenden Gewerbe, von denen etwa 1,2 Millionen Tonnen ein Reduktionspotenzial darstellen.

Tabelle 24: Lebensmittelabfälle im lebensmittelverarbeitenden Gewerbe im Jahr 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung basierend auf einer Unternehmensbefragung (n=100)

NACE Code und Bezeichnung	Mittelwert (t/a)	Standardfehler (t/a)	Konfidenzintervall ¹ (t/a)
10.1 Schlachten und Fleischverarbeitung	32.192	17.627	3.197 - 61.187
10.2 Fischverarbeitung	16.292	4.073	9.592 - 22.992
10.3 Obst- und Gemüseverarbeitung	128.253	36.039	68.973 - 187.534
10.4 Herstellung von pflanzlichen und tierischen Ölen und Fetten	4.861	2.247	1.164 - 8.557
10.5 Milchverarbeitung	218.518	69.074	104.899 - 332.138
10.6 Mahl- und Schälmaschinen, Herstellung von Stärke und Stärkerzeugnissen	8.668	4.008	2.075 - 15.260
10.7 Herstellung von Back- und Teigwaren	686.485	81.872	551.813 - 821.156
10.8 Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln	204.754	48.906	124.308 - 285.200
11.0 Getränkeherstellung	864.719	191.321	550.016 - 1.179.423
Σ Lebensmittelabfall	2.164.742	455.167	1.416.038 - 2.913.446
davon vermeidbar (55 %)	1.190.608	250.342	778.821 - 1.602.395

¹Konfidenzniveau: 90 % ($\alpha=0,1$)

Quelle: Eigene Darstellung.

Handel

Die Ermittlung der Lebensmittelabfälle des deutschen Lebensmitteleinzelhandels, basierend auf den Umsatzverlusten, beträgt durchschnittlich 696.484 Tonnen für das Jahr 2015 (siehe Tabelle 25). Datenbasis sind monetäre Verlustkennziffern des Einzelhandelsinstituts (EHI) aus dem Jahr 2011, die mithilfe von Koeffizienten in physische Einheiten umgerechnet wurden. Die in Tabelle 25 dargestellten Ergebnisse liefern deshalb eine erste orientierende Größenordnung hinsichtlich des Abfallaufkommens im Lebensmitteleinzelhandel, stellen jedoch aufgrund des Bezugsjahres keine belastbare Datenbasis für das Jahr 2015 dar.

Tabelle 25: Lebensmittelabfälle des deutschen Lebensmitteleinzelhandels im Jahr 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung basierend auf den Umsatzverlusten

Produktgruppen	Lebensmittelabfall in t/a
Obst und Gemüse	328.245
Fleisch und Wurst	53.307
Molkereiprodukte	60.255
Brot und Backwaren	206.399
Übrige Lebensmittel (Trockensortiment)	48.279
Summe	696.484

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Hochrechnung der Lebensmittelabfälle anhand spezifischer Abfallkennwerte basiert auf physischen Daten aus einer Erhebung im Lebensmitteleinzelhandel (n=77). Demnach beträgt die durchschnittliche Lebensmittelabfallmenge im deutschen Lebensmitteleinzelhandel etwa 428.155 Tonnen für das Jahr 2015 (siehe Tabelle 26). Das Aufkommen an Lebensmittelabfällen auf deutschen Großmärkten wurde auf Basis der jährlich umgeschlagenen Warenmenge abgeschätzt. Die Bandbreite der entsorgten Lebensmittel beträgt demzufolge 43.150 bis 86.300 Tonnen in 2015, dies entspricht einer durchschnittlichen Menge von rund 64.725 Tonnen. Die Lebensmittelabfälle aus dem Lebensmitteleinzelhandel und aus Großmärkten betragen in Summe durchschnittlich etwa 492.880 Tonnen für das Jahr 2015. Hinzu kommen Lebensmittelspenden in Höhe von etwa 200.000 Tonnen, welche nicht zu den Lebensmittelabfällen hinzugerechnet werden (Tafel Deutschland e.V., 2015).

Tabelle 26: Lebensmittelabfälle des deutschen Lebensmittelhandels in 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung basierend auf spezifischen Abfallkennwerten

2015	Einheit	von	bis	MW
Lebensmitteleinzelhandel	t	272.469	583.840	428.155
Großmärkte	t	43.150	86.300	64.725
∑ Lebensmittelabfall	t	315.619	670.140	492.880
davon vermeidbar (84 %)	t	265.120	562.918	414.019

Quelle: Eigene Darstellung.

Lebersorger und Schneider (2014) zeigten im Rahmen einer Analyse des österreichischen Lebensmittelhandels (n=612), dass etwa 28 % aller aus dem Handel entsorgten Lebensmittel definitiv vermeidbar sind. Grund für die Entsorgung dieses Anteils war ausschließlich das überschrittene Mindesthaltbarkeitsdatum. Weitere 56 % der entsorgten Lebensmittel wurden aufgrund scheinbarer Mängel aussortiert (Lebersorger und Schneider, 2014). Daraus ergibt sich, unter Annahme der Übertragbarkeit auf den deutschen Lebensmittelhandel, ein potenziell vermeidbarer Anteil von 84 % der Lebensmittelabfälle. Das theoretische Einsparpotenzial im deutschen Lebensmittelhandel beträgt somit zwischen 265.120 und 562.918 Tonnen für das Jahr 2015 (siehe Tabelle 26).

Außer-Haus-Verzehr

Im Jahr 2015 wurden rund 928.000 Tonnen an biologisch abbaubaren Küchen- und Kantinenabfällen getrennt zu den haushaltstypischen Siedlungsabfällen gesammelt und an Abfallentsorgungsanlagen angedient (DESTATIS, 2016). Hinzu kommen Lebensmittelabfälle aus dem Außer-Haus-Verzehr in Höhe von etwa 752.824 bis 904.434 Tonnen in 2015, die über den Geschäftsmüll entsorgt und zusammen mit dem Restmüll aus Haushalten eingesammelt werden (vgl. Tabelle 29 und Tabelle 31, Kapitel Haushalte). Diese Bandbreite wurde anhand von Restabfallsortieranalysen ermittelt und entspricht im Mittel einer Menge von etwa 828.629 Tonnen für 2015. Im kommunalen Abfallsammelsystem wurden im Jahr 2015 demnach in Summe rund 1.756.629 Tonnen an Lebensmittelabfällen im Zuge des Außer-Haus-Verzehrs entsorgt (vgl. Tabelle 27).

Tabelle 27 zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Hochrechnung zu den einzelnen Einrichtungarten des Außer-Haus-Verzehrs, basierend auf Abfallkoeffizienten aus der Literatur. Im Außer-Haus-Verzehr entstehen diesem Rechenweg zufolge zwischen 1.509.471 und 1.756.739 Tonnen an Lebensmittelabfällen in 2015. Im Mittel betragen die Lebensmittelabfälle rund 1.633.105 Tonnen mit einem Anteil von ca. 28 Masse-% an unvermeidbaren Zubereitungsresten. Daraus ergibt sich für 2015 ein theoretisches Vermeidungspotenzial von rund 1.177.644 Tonnen für Lebensmittelabfälle im Außer-Haus-Verzehr.

Tabelle 27: Lebensmittelabfälle im Außer-Haus-Verzehr 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung basierend auf Abfallkoeffizienten aus der Literatur

2015 Einrichtungart	Lebensmittelabfall (t/a)			Vermeidbarer Lebensmittelabfall (t/a)		
	von	bis	MW	von	bis	MW
Gaststättengewerbe						
Full Service Restaurants	393.820	435.000	414.410	213.150	239.540	226.345
Erlebnisgastronomie	267.720	295.714	281.717	144.900	162.840	153.870
Quick Service Restaurants	144.522	144.522	144.522	144.522	144.522	144.522
Beherbergungsgewerbe	59.328	101.206	80.267	47.549	68.925	58.237
Krankenhäuser	64.412	64.412	64.412	51.699	51.699	51.699
Bildungseinrichtungen						
Schulen	43.029	54.691	48.860	43.029	47.050	45.040
Hochschulen	74.006	74.006	74.006	74.006	74.006	74.006
Kinderbetreuungseinrichtungen	59.891	76.123	68.007	59.891	65.488	62.690
Alten- und Pflegeheime	134.583	134.583	134.583	107.666	107.666	107.666
Betriebsverpflegung	244.133	350.376	297.255	176.318	305.166	240.742
Bundeswehr	6.522	8.601	7.562	3.326	4.387	3.857
Justizvollzugsanstalten	17.505	17.505	17.505	8.971	8.971	8.971
Σ Lebensmittelabfall	1.509.471	1.756.739	1.633.105	1.075.027	1.280.260	1.177.644

Anmerkung: Vermeidbare Lebensmittelabfälle im Außer-Haus-Verzehr entsprechen absoluten Lebensmittelabfällen abzüglich Zubereitungsresten.

Quelle: Eigene Darstellung.

Der Vergleich der Lebensmittelabfälle aus den beiden Berechnungswegen zeigt, dass die Größenordnung der Lebensmittelabfälle im Außer-Haus-Verzehr auf Berechnungsbasis von

Abfallkoeffizienten und Abfallstatistiken vergleichbar ist. Es fallen zwischen 1.633.105 und 1.756.629 Tonnen an Lebensmittelabfällen an, wovon etwa $\frac{3}{4}$ der Masse-% (d. h. zwischen 1.177.644 und 1.264.773 Tonnen) theoretisch vermeidbar wären (siehe Tabelle 28). Die Unterscheidung der Lebensmittelabfälle in vermeidbare und nicht vermeidbare Anteile wurde anhand der vorliegenden Literatur für einzelne Betriebsarten abgeschätzt, indem die Zubereitungsreste als unvermeidbarer Anteil betrachtet wurden.

Tabelle 28: Vergleich der berechneten Lebensmittelabfälle aus dem Außer-Haus-Verzehr auf Berechnungsbasis von Abfallkoeffizienten und Abfallstatistiken

2015	Berechnungsbasis			MW
	Einheit	Abfallkoeffizienten	Abfallstatistiken	
Mittlerer Lebensmittelabfall (Außer-Haus-Verzehr)	t	1.633.105	1.756.629	1.694.867
davon vermeidbar	t	1.177.644	1.264.773	1.221.209

Quelle: Eigene Darstellung.

Haushalte

Die Ergebnisse der Hochrechnung zur Bestimmung der Lebensmittelabfälle, die über den Restmüll aus Haushalten entsorgt werden, sind in Tabelle 29 dargestellt. Die beiden Szenarien basieren auf unterschiedlichen Annahmen zu Lebensmittelabfällen in der Mittel- und Feinfraktion. Im Durchschnitt beträgt der Anteil an Lebensmittelabfällen im Restmüll etwa 31,7 Masse-%, daraus resultiert eine Menge von 40,6 kg pro Einwohner*in und Jahr im Restmüll. Die Lebensmittelabfälle aus dem Geschäftsmüll werden gemeinsam mit dem Restabfall aus Haushalten über das kommunale Abfallsammelsystem eingesammelt und betragen 9,2 bis 11,1 kg/(E-a), unter der Annahme, dass die Zusammensetzung mit dem des Restmülls aus Haushalten vergleichbar ist. Es wird vereinfachend angenommen, dass diese Menge durch den Außer-Haus-Verzehr von Lebensmitteln entsteht und wird deshalb nicht unter den Lebensmittelabfällen aus Haushalten subsumiert.

Tabelle 29: Menge und Anteile an Lebensmittelabfällen im Restmüll aus Haushalten in Deutschland 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung

2015	Einheit	Szenario		
		1	2	MW
Menge Restmüll aus Haushalten	kg/(E-a)	128	128	128
Anteil Lebensmittelabfälle > 40 mm	Masse-%	23,2	23,2	23,2
Anteil Lebensmittelabfälle < 40 mm	Masse-%	5,6	11,4	8,5
Summe Anteil Lebensmittelabfälle	Masse-%	28,8	34,6	31,7
Menge Lebensmittelabfälle > 40 mm	kg/(E-a)	29,7	29,7	29,7
Menge Lebensmittelabfälle < 40 mm	kg/(E-a)	7,2	14,6	10,9
Summe Lebensmittelabfälle im Hausmüll	kg/(E-a)	36,9	44,3	40,6
Lebensmittelabfälle im Geschäftsmüll	kg/(E-a)	9,2	11,1	10,1

Quelle: Eigene Darstellung.

In Tabelle 30 sind die Mengen und Anteile an Lebensmittelabfällen aufgeführt, die aus Haushalten über die Biotonne entsorgt werden. Die Annahmen der beiden Szenarien unterscheiden sich im jeweiligen Informationsgehalt der ausgewerteten Sortieranalysen. Demnach wurden im Jahr 2015 zwischen 19,3 und 23,1 kg an Lebensmittelabfällen pro Einwohner*in über die Biotonne entsorgt.

Tabelle 30: Menge und Anteile an Lebensmittelabfällen in der Biotonne aus Haushalten in Deutschland 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung

2015	Einheit	Szenario		
		1	2	MW
Abfallmenge in Biotonne	kg/(E·a)	56	56	56
Anteil Lebensmittelabfälle > 40 mm	Masse-%	18,6	-	-
Anteil Lebensmittelabfälle < 40mm	Masse-%	15,8	-	-
Summe Anteil Lebensmittelabfälle	Masse-%	34,4	41,2	37,8
Menge Lebensmittelabfälle > 40 mm	kg/(E·a)	10,4	-	-
Menge Lebensmittelabfälle < 40 mm	kg/(E·a)	8,8	-	-
Summe Lebensmittelabfälle in Biotonne	kg/(E·a)	19,3	23,1	21,2

Quelle: Eigene Darstellung.

Tabelle 31 fasst die Ergebnisse der Hochrechnung der Menge an Lebensmittelabfällen im kommunalen Abfallsammelsystem in Deutschland 2015 zusammen. Demnach wurden etwa 5,05 Millionen Tonnen an Lebensmittelabfällen über die Restmüll- und Biotonne ins kommunale Abfallsammelsystem entsorgt. Pro Kopf entspricht das einer Menge von ca. 61,8 kg/E und befindet sich somit in derselben Größenordnung wie die Hochrechnungen aus dem Jahr 2012 (vgl. Hafner et al., 2012). Der Großteil der Lebensmittelabfälle wird mit etwa 65,7 Masse-% über die Restmülltonne entsorgt, während rund 34,3 Masse-% der Lebensmittelabfälle über die Biotonne entsorgt werden.

Tabelle 31: Menge an Lebensmittelabfällen im kommunalen Abfallsammelsystem in Deutschland 2015 – Ergebnisse der Hochrechnung

2015	Lebensmittelabfälle pro Kopf			Lebensmittelabfälle gesamt		
	in kg/E			in Mio. t		
	von	bis	MW	von	bis	MW
im kommunalen Sammelsystem	56,2	67,4	61,8	4,59	5,51	5,05
davon im Restmüll	36,9	44,3	40,6	3,01	3,62	3,32
davon in der Biotonne	19,3	23,1	21,2	1,58	1,89	1,73
im Geschäftsmüll	9,2	11,1	10,1	0,75	0,90	0,83

Quelle: Eigene Darstellung.

Weitere Entsorgungswege, die von den Haushalten genutzt werden, sind die Eigenkompostierung, die Verfütterung von Lebensmitteln an Haustiere und die Entsorgung von vorwiegend flüssigen Lebensmittelabfällen über die Kanalisation. Die Lebensmittelabfallmenge in diesen sonstigen Entsorgungswegen lässt sich anhand aufkommensseitiger Haushaltsuntersuchungen unter Einbindung der Bevölkerung abschätzen und beträgt für 2015 zwischen 16,4 und 29,5 kg pro Einwohner*in (s. Tabelle 32).

Tabelle 32: Menge und Anteile der Lebensmittelabfälle aus Haushalten inkl. sonstiger Entsorgungswege in Deutschland 2015 – Ergebnisse der Hochrechnungen

2015	Einheit	Szenario		
		1	2	MW
Menge im kommunalen Sammelsystem	kg/(E·a)	61,8	61,8	61,8
Anteil im kommunalen Sammelsystem	Masse-%	79,0	67,0	-
Anteil in sonstigen Entsorgungswegen	Masse-%	21,0	33,0	-
Menge in sonstigen Entsorgungswegen	kg/(E·a)	16,4	29,5	23,0
davon Eigenkompostierung	kg/(E·a)	7,0	8,3	7,7
davon Verfütterung	kg/(E·a)	3,1	5,5	4,3
davon Kanalisation	kg/(E·a)	6,3	12,9	9,6
davon Sonstige	kg/(E·a)	0,0	2,8	1,4
Summe Lebensmittelabfälle	kg/(E·a)	78,2	91,3	84,8
exklusive Kanalisation	kg/(E·a)	71,9	78,4	75,2

Quelle: Eigene Darstellung.

In der Summe ist davon auszugehen, dass in Deutschland im Jahr 2015 zwischen 5,87 und 6,40 Millionen Tonnen an Lebensmittelabfällen aus Haushalten anfielen. Nimmt man vereinfachend den Mittelwert dieses Bereiches an, so ergibt das eine Menge von ca. 6,14 Millionen Tonnen bzw. 75,2 kg/E an Lebensmittelabfällen (exklusive Kanalisation), wovon etwa 61,8 kg/E über das kommunale Abfallsammelsystem entsorgt werden (vgl. Tabelle 32 und Tabelle 33).

Tabelle 33: Berichtspflichtige Menge an Lebensmittelabfällen aus Haushalten in Deutschland 2015 und deren Vermeidbarkeit – Ergebnisse der Hochrechnungen (exklusive Kanalisation)

2015	Masse-%	Lebensmittelabfälle					
		pro Kopf in kg/E			gesamt in Mio. t		
		von	bis	MW	von	bis	MW
im kommunalen Sammelsystem	100	56,2	67,4	61,8	4,59	5,51	5,05
davon vermeidbar	44	24,6	29,5	27,1	2,01	2,41	2,21
insgesamt (alle Entsorgungswege)	100	71,9	78,4	84,8	5,87	6,40	6,14
davon vermeidbar	44	31,5	34,4	34,3	2,57	2,80	2,69

Quelle: Eigene Darstellung.

Die in Tabelle 33 ausgewiesenen Lebensmittelabfälle unterscheiden sich deutlich von den Werten, die in der GfK-Studie im Rahmen von Tagebuchaufzeichnungen ermittelt wurden. Die Hochrechnung der berichteten Lebensmittelabfälle in den befragten Haushalten der GfK-Studie ergab eine Summe von 4,4 Mio. t an Lebensmittelabfällen im Zeitraum vom Juli 2016 bis Juni 2017. Abzüglich der Lebensmittel (14 %), die von den Haushalten über die Kanalisation entsorgt werden, entspricht dies einer Menge von ca. 3,8 Mio. t pro Jahr, bzw. ca. 47 kg pro Person. Dies resultiert in einer Differenz von etwa 2,3 Mio. Tonnen im Vergleich zu den in Tabelle 33 berechneten Lebensmittelabfällen in Höhe von ca. 6,14 Mio. Tonnen.

Ergebniszusammenfassung und Diskussion

Die Bandbreite an Lebensmittelabfällen in Deutschland sowie deren vermeidbare Anteile sind in Tabelle 34 nach den Bereichen der Wertschöpfungskette für Lebensmittel zusammengefasst.

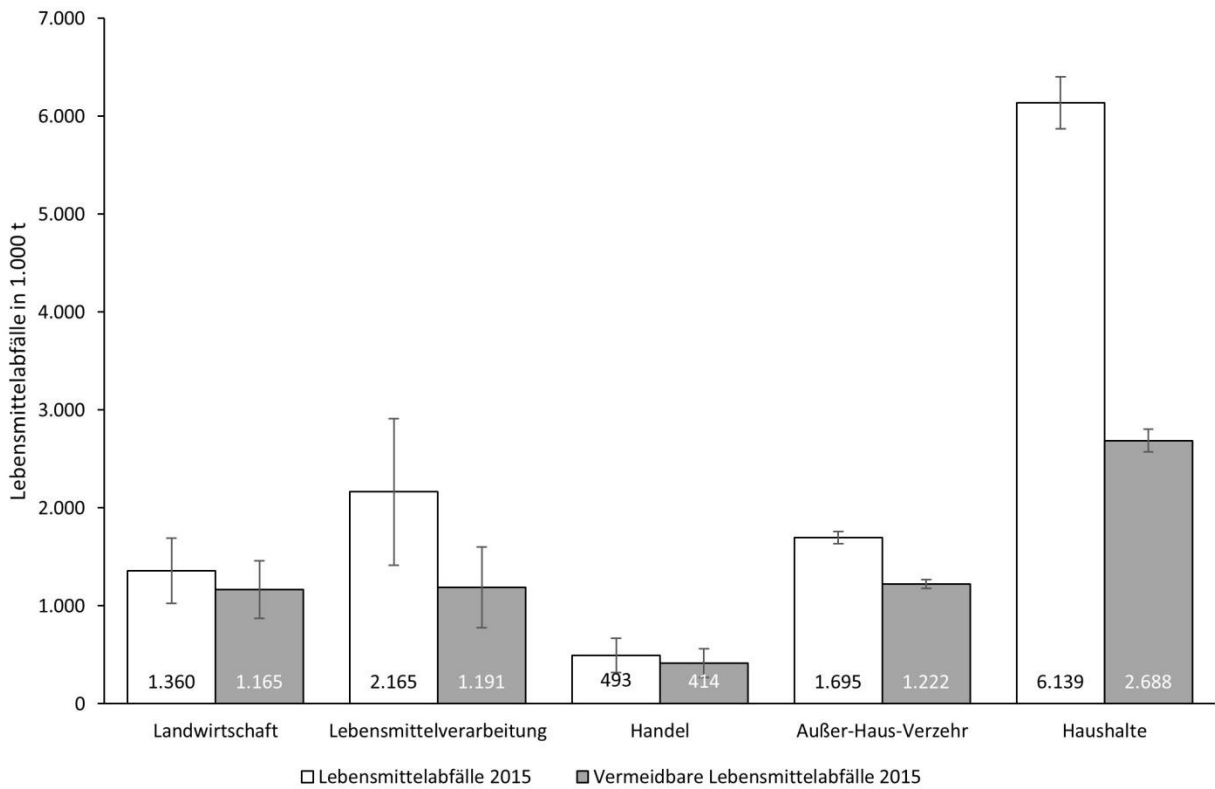
Tabelle 34: Berichtspflichtige Lebensmittelabfälle in Deutschland im Jahr 2015 – Ergebniszusammenfassung der unterschiedlichen Bereiche

2015 Bereiche der Wertschöpfungskette	Lebensmittelabfall in Mio. t			Vermeidbarer Lebensmittelabfall in Mio. t		
	von	bis	MW	von	bis	MW
Primärproduktion	1,03	1,69	1,36	0,87	1,46	1,17
Lebensmittelverarbeitung	1,42	2,91	2,17	0,78	1,60	1,19
Handel	0,32	0,67	0,49	0,27	0,56	0,41
Außer-Haus-Verzehr	1,63	1,76	1,69	1,18	1,27	1,22
Haushalte (exklusive Kanalisation)	5,87	6,40	6,14	2,57	2,80	2,69
ΣLebensmittelabfall	10,27	13,43	11,86	5,67	7,69	6,68

Quelle: Eigene Darstellung.

Summiert man vereinfachend die Mittelwerte dieser Bandbreiten auf, so ergibt sich eine Gesamtmenge von rund 11,86 Millionen Tonnen an Lebensmittelabfällen im Jahr 2015, wovon rund 6,68 Millionen Tonnen theoretisch vermeidbar wären. Abbildung 7 veranschaulicht die Bandbreiten der Lebensmittelabfälle in Deutschland sowie deren vermeidbare Anteile, aufgeschlüsselt nach den untersuchten Bereichen der Lebensmittelwertschöpfungskette. Für die Ermittlung der Lebensmittelabfälle in Deutschland liegen oftmals keine gesicherten statistischen Daten vor. Die Hochrechnung der Abfallmengen und die Ausweisung vermeidbarer Anteile basiert dabei größtenteils auf nicht repräsentativen Stichproben aus der Literatur. Vor diesem Hintergrund stellen die ermittelten Mengen und deren Vermeidungspotenziale eine Abschätzung über deren Größenordnung dar, die keine Aussagen hinsichtlich der statistischen Genauigkeit zulassen.

Abbildung 7: Lebensmittelabfälle (2015) und deren vermeidbare Anteile in Deutschland (1.000 t/a)

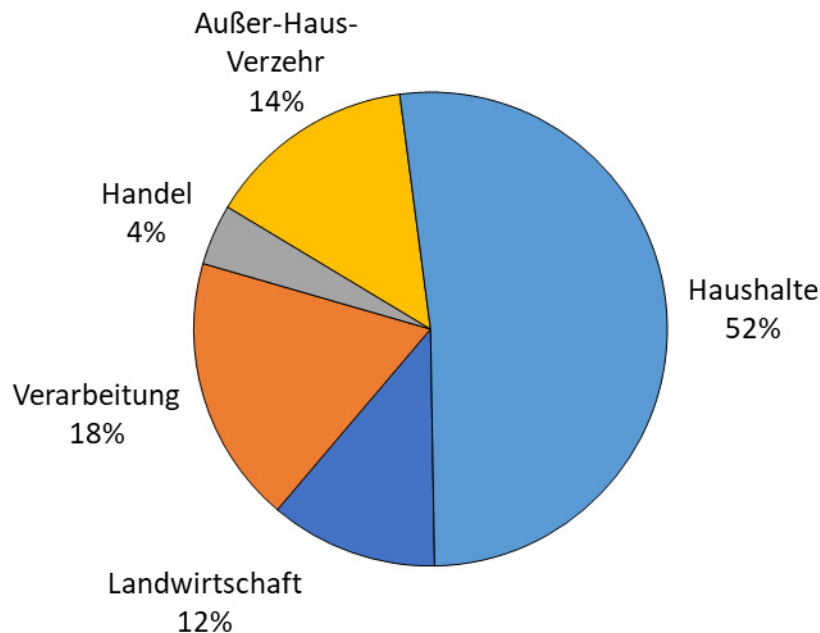


Der Mittelwert des jeweiligen Bereiches der Lebensmittelwertschöpfungskette ist aufgetragen unter Angabe der Bandbreite (Minimum und Maximum).

Quelle: Eigene Darstellung.

Auf Verbraucherebene, bestehend aus Haushalten und dem Außer-Haus-Verzehr, entstehen durchschnittlich rund 66 Masse-% der Lebensmittelabfälle in Deutschland. Der Handel verzeichnet mit rund 4 Masse-% den geringsten Anteil am Aufkommen von Lebensmittelabfällen (vgl. Abbildung 8). Der Handel hat jedoch großen Einfluss auf die vorgelagerten Bereiche, z. B. durch Qualitätsstandards und Retouren, sowie auf die Konsument*innen, deren Kaufverhalten und Umgang mit Lebensmitteln.

Abbildung 8: Darstellung der prozentualen Anteile der Lebensmittelabfälle nach Bereichen der Wertschöpfungskette für Lebensmittel 2015 in Deutschland. Die Mittelwerte sind aufgetragen in t/a



Quelle: Eigene Darstellung.

Kernaussagen:

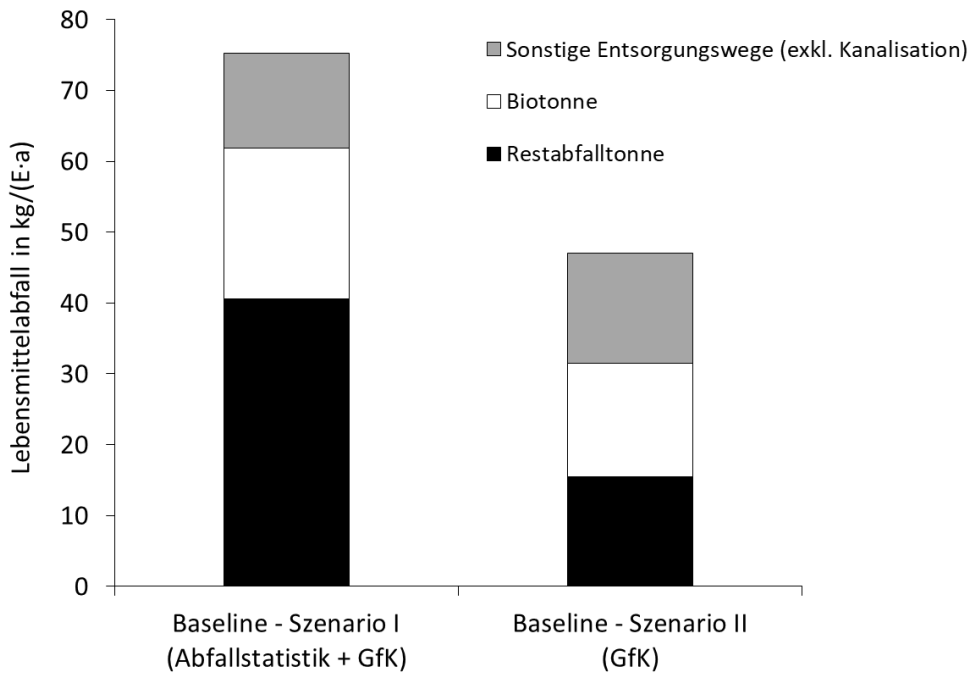
- Das mittlere Lebensmittelabfallaufkommen in Deutschland betrug 2015 zwischen 10,27 und 13,43 Millionen Tonnen.
- Der theoretisch vermeidbare Anteil der Lebensmittelabfälle lag in Deutschland in Höhe von 5,67 bis 7,69 Millionen Tonnen.
- In Haushalten entstanden im Jahr 2015 ca. 6,14 Millionen Tonnen Lebensmittelabfälle, wovon etwa 5,05 Millionen Tonnen über das kommunale Abfallsammelsystem erfasst wurden. Die über die Kanalisation entsorgten Lebensmittelabfälle sind in dieser Menge nicht enthalten.
- 2015 betrug der theoretisch vermeidbare Anteil der Lebensmittelabfälle aus Haushalten etwa 2,69 Mio. Tonnen (exklusive Kanalisation), davon wurden etwa 2,21 Mio. Tonnen über das kommunale Abfallsammelsystem entsorgt.
- Umgerechnet auf die deutsche Bevölkerung lag das Lebensmittelabfallaufkommen bei ca. 75,2 kg pro Einwohner*in im Jahr 2015, wovon 32,9 kg theoretisch vermeidbar gewesen wären.

Empfehlungen für das künftige Monitoring

Im Anhang III des Delegierten Beschlusses werden unterschiedliche methodische Herangehensweisen für das Messen der Lebensmittelabfälle aufgeführt (vgl. Abbildung 5). Im Rahmen des hier vorgelegten Berichtes, wird die Nutzung aller verfügbaren Datenquellen empfohlen, wobei jeweils den valideren Daten der Vorzug gegeben werden sollte. Physische Daten, wie zum Beispiel Abfallstatistiken – ggf. noch ergänzt um physische Angaben zur Abfallzusammensetzung – repräsentieren in diesem Zusammenhang die verlässlichste Datengrundlage. Mit Blick auf Abbildung 5 sind unterschiedliche Herangehensweisen für die Berichterstattung von Lebensmittelabfällen möglich. Im Hinblick auf die in den Haushalten anfallenden Lebensmittelabfälle werden nachfolgend zwei Szenarien betrachtet. Baseline-Szenario I verwendet die amtlichen Abfallstatistiken und ergänzt diese um Informationen die aus der GfK-Studie und sonstigen Haushaltsbefragungen abgeleitet werden können. Hierbei handelt es sich um diejenigen Anteile der in den Haushalten anfallenden Lebensmittelabfälle, die nicht über das kommunale Abfallerfassungssystem entsorgt werden. Diese Anteile betreffen die über die Eigenkompostierung entsorgten Lebensmittelabfälle sowie Lebensmittelabfälle, die an Haustiere verfüttert werden (\approx ca. 75 kg/(E·a) für Privathaushalte). Baseline-Szenario II berücksichtigt ausschließlich die Ergebnisse der GfK-Studie (\approx ca. 47 kg/(E·a), s. Abbildung 9). Die über die Kanalisation entsorgten Lebensmittelabfälle sind in den beiden Szenarien nicht enthalten²³.

²³ inklusive der über die Kanalisation entsorgten LMA läge Szenario I bei 85 kg/(E·a) und Szenario II bei 55 kg/(E·a)

Abbildung 9: Darstellung der beiden Baseline-Szenarien für die Berichterstattung von Lebensmittelabfällen in deutschen Haushalten für 2015. Die Mittelwerte sind aufgetragen in kg/(E·a)



Quelle: Eigene Darstellung.

Abbildung 9 zeigt die beiden möglichen Baseline-Szenarien für Haushalte. Sie unterscheiden sich in ihrer Methode bei der Quantifizierung von Lebensmittelabfällen. Die in Tabelle 34 zusammengefassten Ergebnisse beinhalten auf Haushaltsebene eine Kombination der bestverfügbaren Datengrundlage, bestehend aus amtlichen Abfallstatistiken, Abfallsortieranalysen, Haushaltstagebüchern und weiterer Sekundärdaten (vgl. Abbildung 9, Baseline-Szenario I). Demnach entstehen in deutschen Haushalten durchschnittlich 6,14 Mio. Tonnen Lebensmittelabfall in 2015, bzw. ca. 75,2 kg pro Einwohner*in. Eine weitere zulässige Berichterstattung von Lebensmittelabfällen würde die Lebensmittelabfälle auf Haushaltsebene ausschließlich anhand der Informationen aus der GfK-Studie berechnen und damit auf eine konsistente Erhebungsmethode zurückgreifen, der eine repräsentative Stichprobe zugrunde liegt. Die Lebensmittelabfallmenge liegt in diesem Szenario bei etwa 47 kg/(E·a), dies einer Menge von ca. 3,8 Mio. t pro Jahr. Dies resultiert in einer Differenz von etwa 2,3 Mio. Tonnen im Vergleich zu den in Tabelle 33 berechneten Lebensmittelabfällen in Höhe von ca. 6,14 Mio. Tonnen (vgl. Abbildung 9, Baseline-Szenario II und Tabelle 33). Hierbei ist zu beachten, dass bei einer Einbindung der Bevölkerung keine unbeeinflusste Erhebung möglich ist und dies zu signifikanten Fehleinschätzungen bei der Quantifizierung führen kann (Quested und Johnson 2009; Delley und Brunner 2018). In der vorliegenden Untersuchung wird dieser Effekt im Vergleich der beiden möglichen Baseline-Szenarien ebenfalls deutlich sichtbar (vgl. Abbildung 9).

Baseline-Szenario I beinhaltet eine breitere Datenbasis unter Berücksichtigung sämtlicher, zum Zeitpunkt der Erhebung verfügbarer, Datenquellen und liefert nach Einschätzung der Autoren aussagekräftigere Ergebnisse als das Baseline-Szenario II.

Mit Blick auf die in den Haushalten anfallenden Lebensmittelabfälle werden in dem Delegierten Beschluss die über den Abwasserkanal entsorgten Abfälle explizit von der Berichtspflicht ausgeschlossen (Ziffer 10 des Delegierten Beschlusses). Der Eigenkompostierung, Verfütterung an Haustiere oder sonstigen Entsorgungswegen zugeführte Lebensmittelabfälle werden in dem Delegierten Beschluss nicht angesprochen.

Für eine möglichst vollständige Abbildung der anfallenden Lebensmittelabfälle auf Ebene der Haushalte sollten die vorgenannten Anteile der Lebensmittelabfälle ggf. dennoch – zumindest in Form ergänzender und freiwilliger Angaben – in die Bilanzierung aufgenommen werden.

Für Deutschland stehen alle, in Anhang III des Delegierten Beschlusses, aufgeführten Datenquellen auf Haushaltsebene zur Verfügung. In den amtlichen Abfallstatistiken werden über die Restabfall- und die Biotonne entsorgten Abfallmengen regelmäßig dokumentiert. Zusätzlich werden regelmäßig auch Analysen der Abfallzusammensetzung vorgenommen. Aktuell wird sogar eine bundesweite Analyse der kommunalen Abfälle durchgeführt, so dass nach deren Abschluss repräsentative und aktuelle physische Daten zu den Abfallmengen sowie zur Abfallzusammensetzung vorliegen werden. Darüber hinaus liegt auch eine Studie der Gesellschaft für Konsumforschung, mit Ergebnissen aus Haushaltsbefragungen im Jahr 2016 vor (GfK-Studie). Die Ergebnisse der GfK-Studie basieren auf dem Jahr 2016, die Baseline bezieht sich dagegen auf das Jahr 2015. Dennoch können die Ergebnisse der GfK-Studie orientierend verwendet werden, da keine genaueren Zahlen vorliegen.

Nachdem auf Haushaltsebene physische Daten vorliegen und regelmäßig auch aktualisiert werden, bietet es sich an, diese für das künftige Berichtswesen heranzuziehen. Darin werden jedoch nicht alle Abfallströme erfasst - nicht enthalten sind Lebensmittelabfälle, die der Eigenkompostierung zugeführt oder als Tierfutter verwendet werden. Die über den Abwasserkanal entsorgten Lebensmittelabfälle sind ebenfalls nicht enthalten. Diese ergänzenden Angaben können aus der o. g. GfK-Studie abgeleitet werden, um hier eine plausible Abschätzung der gesamten physischen Materialflüsse an Lebensmittelabfällen vorzunehmen.

Die empfohlene Methodik für die Baseline sowie das künftige Monitoring der in den Privathaushalten anfallenden Lebensmittelabfälle basiert demnach aus den folgenden Datenquellen:

- Amtliche Abfallstatistiken
- Auswertung von Sortieranalysen für die Abschätzung der in den amtlichen Abfallstatistiken enthaltenen Lebensmittelabfälle

- Auswertung der GfK-Studie für die Abschätzung der über die sonstigen Entsorgungswege der zu bilanzierenden Lebensmittelabfälle (Eigenkompostierung, Tierfutter, Abwasserkanal)

Damit wird den amtlich dokumentierten und verlässlichen physischen Daten der Vorrang vor einer ausschließlich auf Haushaltstagebüchern basierenden Umfrage gegeben, die aber wichtige ergänzende Angaben für die Abschätzung der sonstigen Entsorgungswege bereitstellt.

3.4 Qualitätsreport

- Unsicherheiten in der Datenlage bestehen vor allem in den Bereichen Primärproduktion, Verarbeitung und Handel. Eine Zusammenarbeit mit Akteuren aus diesen Bereichen ist notwendig, um eine Verbesserung der Datenlage zu erzielen.
- Datenlage Primärproduktion:
 - Erzeugungsmengen aus Erzeugungsstatistik sind aggregiert. Späterer Verwendungszweck in Statistik nicht immer eindeutig ausgewiesen, bzw. exakt bestimmbar. Die daraus abgeleiteten Abfallmengen beziehen sich ggf. nicht zu 100 % auf die für den menschlichen Verzehr bestimmten Anteile.
 - Abfallkoeffizienten zur Abschätzung der Abfallmengen sind oftmals Einzelfallerhebungen entnommen oder basieren auf nicht repräsentativen Erhebungen aus Forschungsvorhaben.
 - Die Datenlage lässt eine repräsentative Analyse nicht zu.
 - Die Abfallkoeffizienten aus der Fachliteratur sind in der Regel nicht im Bezugszeitraum 2015 erhoben worden.
 - Abfallstatistiken aus der Landwirtschaft enthalten keine eindeutigen Abfallschlüssel, die Lebensmittelabfälle im Sinne der Definition gemäß Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG) ausweisen.
 - Erhebung neuer Daten für detailliertere Auswertungen notwendig.
- Datenlage Lebensmittelverarbeitung:
 - Produktionsmengen werden in den Produktionsstatistiken jährlich aktuell gehalten.
 - Das Aufkommen organischer Abfälle wird jährlich unter Angabe von branchenspezifischen Abfallschlüsseln in den Datenbanken des Statistischen Bundesamtes veröffentlicht (vgl. DESTATIS, 2015m). Dabei handelt es sich in der Regel um die Ausweisung organischer Abfälle, welche sowohl Lebensmittelabfälle, als auch für den Verzehr ungeeignete Stoffe beinhalten. Weitere Angaben zu den Anteilen von Lebensmittelabfällen an diesen organischen Abfallmengen sind in den Statistiken nicht enthalten.
 - Bei den ermittelten Abfallkennziffern handelt es sich um nicht repräsentative Ergebnisse einer Unternehmensbefragung. Eine bessere Datenlage kann durch freiwillige Teilnahme an solchen Befragungen nicht garantiert werden.

- Datenlage Handel:
 - Systemgrenzen sind im Handel schwierig zu definieren, da zum Teil Lebensmittelabfälle aus dem Handel als Retouren beim Erzeuger oder bei der Verarbeitung registriert werden.
 - Gespendete Lebensmittel sind definitionsgemäß keine Lebensmittelabfälle (vgl. Delegierter Beschluss²⁴). Lebensmittelspenden, die vom Handel an karitative Einrichtungen weitergegeben werden, sind deshalb nicht in den ausgewiesenen Lebensmittelabfallmengen enthalten.
 - Lebensmittelabfälle aus dem Handel werden in den amtlichen Statistiken nicht separat ausgewiesen.
 - Abfallkennziffern zur Hochrechnung der Lebensmittelabfälle basieren größtenteils auf einer nicht repräsentativen Auswertung der Daten aus 77 Filialen eines Lebensmitteleinzelhändlers mit Vollsortiment.
- Datenlage Außer-Haus-Verzehr:
 - Biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle des Außer-Haus-Verzehrs werden in der Abfallbilanz des Statistischen Bundesamtes unter dem Abfallschlüssel 200108 aufgeführt (DESTATIS, 2016). Im Jahr 2015 wurden demnach rund 928.000 Tonnen an biologisch abbaubaren Küchen- und Kantinenabfälle getrennt zu den haushaltstypischen Siedlungsabfällen gesammelt und an Abfallentsorgungsanlagen angedient (DESTATIS, 2016). Nicht enthalten sind Abfälle, die über die Restabfallsammlung eingesammelt werden.
 - Im Vergleich zu der Studie von Hafner et al. (2012) ist eine deutlich verbesserte Datenlage im Außer-Haus-Verzehr festzustellen. Dort existieren mittlerweile zahlreiche Untersuchungen und Initiativen zur Abfallreduzierung und Datenerhebung.
- Datenlage Haushalte:
 - Gute Datenlage zum Rest- und Bioabfallaufkommen aus Haushalten.
 - Abschätzung über Anteile an Lebensmittelabfällen anhand von Abfallsortieranalysen.
 - Lebensmittelabfälle in sonstigen Entsorgungswegen werden über repräsentative Paneluntersuchungen (GfK) abgeschätzt.

²⁴ <http://ec.europa.eu/transparency/regdoc/index.cfm?fuseaction=list&coteld=3&year=2019&number=3211&version=F>

4 Monitoring

Die Baseline stellt einen Startpunkt für die Berichterstattung von Lebensmittelabfällen in Deutschland dar. Durch ein kontinuierliches, oder auch semikontinuierliches Monitoring der hier definierten Verlustgrößen, kann ein Trend auf nationaler Ebene abgeleitet werden. Dieser Trend sagt aus, in welchen Bereichen die Entwicklung eher positiv verläuft und in welchen eher negativ bzw. konstant bleibt. Daraus lassen sich neue Schwerpunkte für weitergehende Empfehlungen bezüglich Reduktionsmaßnahmen ableiten.

4.1 Einbindung der Dialogforen

Eine gemeinsame Weiterentwicklung der Baseline, hin zu einer Zeitreihe, bedarf der Zusammenarbeit aller Akteure innerhalb der fünf Dialogforen der Nationalen Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung (Primärproduktion, Verarbeitung, Groß- und Einzelhandel, Außer-Haus-Verpflegung, private Haushalte). Der Erkenntnisgewinn daraus soll nicht nur das Potenzial der jeweiligen Sektoren für die Lebensmittelabfallvermeidung aufzeigen, sondern auch für die Hochrechnungen auf nationale Ebene dienen. Dafür muss ein möglichst umfassendes Netzwerk im Rahmen der jeweiligen Sektoren geknüpft werden.

Für eine zweckdienliche und erfolgreiche Einbindung der Dialogforen in den Monitoring Prozess ist ein wechselseitiger und kontinuierlicher Austausch mit den Dialogforen notwendig. In diesem Kontext ist die künftige Definition eines gemeinsamen Untersuchungsrahmens besonders wichtig um einen Erkenntnisgewinn für das Monitoring zu gewährleisten.

Empfohlene Themenwahl im Kontext des Monitorings:

- Definition des Untersuchungsrahmens im Kontext des EU-Delegierten Beschlusses
- Formulierung der Zielgrößen (Lebensmittelabfallmengen und Einsparpotenziale)
- Abstimmung des Vorgehens bei der Datenerhebung
- Anforderungen an die Datenqualität
- Definition statistische Anforderungen an die Repräsentativität
- Einheitliche Erhebungsgrößen (Abfallmenge in kg oder Tonnen Frischmasse, etc.)
- Anonymität der Daten
- Vertraulichkeitserklärungen
- Abstimmung von Detailtiefe
- Auswertung und Kommunikation der Ergebnisse

4.2 Zeitreihe und Berichterstattung

Gemäß dem Entwurf des Delegierten Beschlusses zur europäischen LMA-Berichterstattung soll eine detaillierte Berechnung im 4-jährigen Turnus erfolgen und in den Zwischenjahren eine Fortschreibung mittels Indikatoren. Die Lebensmittelabfallmengen aus der vorliegenden Baseline sollten mit zusätzlichen Informationen aus den Arbeiten der Dialogforen ergänzt werden, um dadurch Datenlücken zu schließen und Detailberechnungen zu ermöglichen. Geeignete Indikatoren für die Schätzungen in den Zwischenjahren enthält der Anhang VI des o. g. Delegierten Beschlusses und kann begründet noch erweitert werden. Die Entwicklung der auf bundesdeutsche Verhältnisse angepassten Indikatoren könnte ebenfalls im Rahmen der Dialogforen und in Zusammenarbeit mit der AG Indikator 12.3 erfolgen.

Im Rahmen der Dialogforen werden Modellvorhaben initiiert und Messungen auf verschiedenen Ebenen und in unterschiedlichsten Einrichtungen durchgeführt. Diese Zahlen, Analysen, Erfahrungen sollten dazu dienen, Parameter abzuleiten und Indikatoren zu definieren, die mit überschaubarem Aufwand die Entwicklungen der Subsektoren beschreiben. Eine repräsentative Abbildung der Sektoren sollte angestrebt werden, kann jedoch aufgrund des hohen Aufwandes und auf Basis freiwilliger Vereinbarungen nicht in allen Bereichen sichergestellt werden.

Eine regelmäßige Aufbereitung der Daten soll zukünftig sowohl für die jährliche EU-Berichterstattung als auch für die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie, die im zweijährigen Turnus fortgeschrieben wird, erfolgen, um die zukünftigen Berichtssysteme zu harmonisieren. Sobald auf europäischer Ebene eine einheitliche Methodik und Berichtspflicht besteht, wird angestrebt, hierauf aufbauend einen Indikator in die DNS aufzunehmen.

5 Fazit

Mit der Baseline 2015 liegt nun eine neue Bilanzierung der Lebensmittelabfälle in Deutschland vor. Dies ist notwendig, um und die noch zu vereinbarenden Reduktionsziele festzulegen und zukünftig Veränderungen der Lebensmittel-Abfallmengen zu monitoren.

Im Zuge der Erstellung der Baseline hat sich gezeigt, dass sich die Datenverfügbarkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette in den vergangenen Jahren verbessert hat, jedoch weiterhin an vielen Stellen keine repräsentativen Stichproben zugrunde liegen, um damit statistisch belastbare Aussagen treffen zu können. An diesen Stellen ist es in Zukunft von besonderer Relevanz gemeinsam mit Akteuren aus der Lebensmittelwertschöpfungskette die Datenverfügbarkeit zu verbessern. Außerdem liegen derzeit nur unzureichende Informationen zur Datenqualität vor, so dass eine Abschätzung der Schwankungsbreite statistisch nicht möglich ist. Auch hier besteht zukünftig Nachholbedarf, um den Anforderungen einer fundierten Aussage gerecht werden zu können. Die fünf Dialogforen - der Nationalen Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung - können wertvolle Beiträge leisten, wenn die dort gesammelten Informationen entsprechend aufeinander abgestimmt werden. Die Informationen sollten sowohl innerhalb jedes Sektors kompatibel sein als auch entlang der gesamten Wertschöpfungskette - von der Primärproduktion bis zum Verzehr und Weiterverwertung der Abfälle - aufeinander abgestimmt sein. Dies macht eine frühzeitige Einbindung von Experten aus Wirtschaft, Gesellschaft, Politik und Wissenschaft in die Zielsetzung der Dialogforen notwendig. Eine dauerhafte Begleitung der Dialogforen und Beratung z. B. durch die Ressortforschung ist Voraussetzung für eine effiziente Abwicklung des Monitorings und langfristige Nutzung der Daten. Alle Unternehmensdaten sollten zentral gespeichert und ausgewertet werden, um Geheimhaltung und Datenschutz zu gewährleisten sowie die hoheitlichen Berichtspflichten sichern zu können.

Die sich freiwillig verpflichtenden Unternehmen und Kommunen sollten nicht nur mengenbezogene Daten zum Abfallaufkommen zur Verfügung stellen, sondern auch begleitende Informationen wie Wegwerfgründe, umgesetzte Reduktionsmaßnahmen und deren sozioökonomische Auswirkungen. Diese Informationen können für die Berichterstattung hinsichtlich Treibhausgase etc. herangezogen werden und sind darüber hinaus auch die Grundlage für Maßnahmenbewertungen und daraus abgeleitete Empfehlungen.

Die hier berechnete absolute Menge der Lebensmittelabfälle ist eine interessante Information, um die negative Wirkung der Lebensmittelverschwendung greifbar zu machen. Jedoch ist für die Bewertung und die davon abgeleiteten Politikempfehlungen der Trend bzw. sind die Trends von wesentlich größerer Bedeutung. Unabhängig von der Entwicklung der absoluten Abfallmengen sind vor allem die positiven oder negativen Entwicklungen zu betrachten und in diesem Zusammenhang auch die nachhaltige und effiziente Wirkung von Vermeidungsmaßnahmen und politischen Instrumenten. Auch politische Strategien wie sie z. B. in Koalitionsverträgen festgeschrieben sind, hin zu einem nachhaltigeren Konsum von Lebensmitteln, sind zu diskutieren.

Ob die verfügbare Datenqualität bzw. die eingesetzten Methoden die Abbildung von Veränderungen auf nationaler Ebene überhaupt erlauben oder ob die Schwankungen der Lebensmittelabfallmengen aufgrund von externen Einflüssen etwaige direkte Reduktionserfolge überlagern, kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht eingeschätzt werden. Dies betrifft jedoch nicht nur Deutschland, sondern auch andere Länder. Hier kann ein intensiver kontinuierlicher Austausch zwischen den (EU-)Ländern harmonisierte Vorgehensweisen bei der Datensammlung, -auswertung und -interpretation fördern und wird daher dringend empfohlen.

Abgeleitet von dieser Baseline 2015 können weitergehende Überlegungen und Berechnungen angestellt werden. So z. B. eine Betrachtung der Treibhausgasemissionen in der gesamten Wertschöpfungskette und die daraus resultierenden Einsparpotenziale, nutzbar u. a. für die Umsetzung des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung.

Zur Plausibilisierung der Bilanzergebnisse kann eine sektorübergreifende Analyse der Mengenströme sehr hilfreich sein, um konsistente Datensätze zu generieren. Neben der reinen Mengenbewertung in dieser Baseline und eventuell weitergehender Analysen im Bereich der Ressourcennutzung sowie Klima- und Umweltschutz, sind sowohl ökonomische Fragen der Lebensmittelverschwendung auf betriebs- und volkswirtschaftlicher Ebene zu klären als auch soziale und ethische Aspekte zu berücksichtigen. In einem weiteren Schritt wären dann die externen Effekte, also Auswirkungen außerhalb des hier berücksichtigten Betrachtungsrahmens, zu berücksichtigen sowie Rebound-Effekte, die die Rückwirkungen z. B. bei verändertem Einkaufsverhalten beschreiben, zu thematisieren.

Literatur

- Abfallrahmenrichtlinie (2018) Richtlinie (EU) 2018/851 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle. Amtsblatt der Europäischen Union, L 150/109-140
- BAFU (2014) Nahrungsmittelverluste im Detailhandel und in der Gastronomie in der Schweiz. Bericht in Erfüllung des Postulates 12.3907 von I. Chevalley, Bern, zu finden in <<https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/abfall/fachinfo-daten/nahrungsmittelverlusteimdetailhandelundindergastronomieinderschw.pdf.download.pdf/nahrungsmittelverlusteimdetailhandelundindergastronomieinderschw.pdf>> [zitiert am 4.6.2019]
- Baier U, Moser Y, Rüschi F, Warthmann R (2017) Biomassenutzung in der Schweizer Landwirtschaft – Stoffflussanalyse landwirtschaftlicher Biomassen auf Produktions- und Nutzungsebene. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), Wädenswil, zu finden in <https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/abfall/externe-studien-berichte/Food_Waste_in_der_Landwirtschaft_-def_D.pdf.download.pdf/Food_Waste_in_der_Landwirtschaft_-def_D.pdf> [zitiert am 4.6.2019]
- BayLfU (2003) Zusammensetzung und Schadstoffgehalt von Siedlungsabfällen. Hg. v. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz. Augsburg (ISBN – 3-936385-42-4), zu finden in <[https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000007?SID=848747135&ACTIONxSESSxSHOWPIC\(BILDxKEY:%27ifu_abfall_00096%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27\)](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000007?SID=848747135&ACTIONxSESSxSHOWPIC(BILDxKEY:%27ifu_abfall_00096%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27))> [zitiert am 25.3.2019]
- Beretta C, Stoessel F, Baier U, Hellweg S (2013) Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste Management*, 33(3), pp 764-773
- Berthold E, Hoeß P (2010) Durchführung einer Hausmüllanalyse in der Landeshauptstadt Stuttgart. Endbericht. Stuttgart
- BFMP (2017) World Food Summit – Roadmap to 2030. Better Food for more People (BFMP), Dänemark, 2017, zu finden in <<https://bfmp.dk/world-food-summit-2019/world-food-summit/previous-summits/inspiration/roadmap-to-2030/>> [zitiert am 31.5.2019]
- BFMP (2018) Commitment to World Food Summit – Better Food for more People Mobilizing The Global Movement “Better Food for more People” through Prevention of Food Waste. Better Food for more People (BFMP), Dänemark, 2018, zu finden in <<https://bfmp.dk/the-movement/commitments/>> [zitiert am 31.5.2019]
- BIWA Consult (2017) Kreislaufwirtschaftskonzept für den Landkreis Bautzen, zu finden in <http://www.landkreis-bautzen.de/download/allgemein/AWI_201702_KrWK_Endfassung_KT.pdf> [zitiert am 25.3.2019]
- BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2017) Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Abteilung 1 “Zentralabteilung, Koordinierung der Agrarpolitik”, zu finden in <https://www.bmel-statistik.de/fileadmin/user_upload/010_Jahrbuch/Agrarstatistisches-Jahrbuch-2017.pdf> [zitiert am 25.3.2019]

- BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2019) Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung, Berlin
- Born J (2013) Stand der Abfallbewirtschaftung in der Ernährungswirtschaft in Schleswig-Holstein, Hochschule Flensburg
- Borstel T von, Prenzel GK, Waskow F (2017) Ein Drittel landet in der Tonne. Zwischenbilanz 2017: Fakten und Messergebnisse zum deutschlandweiten Lebensmittelabfall in der Außer-Haus-Verpflegung. United Against Waste, zu finden in <<https://www.united-against-waste.de/downloads/united-against-waste-zwischenbilanz-2018.pdf>> [zitiert am 26.3.2019]
- Bothe D (2017) Restabfallanalysen: Was steckt in unserem Müll? In: Müll und Abfall, pp 358-367
- Bundesregierung (2018) DNS – Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie, Berlin <www.deutsche-nachhaltigkeitsstrategie.de> [zitiert am 28.06.2019]
- Champions 12.3 (2017) Guidance on Interpreting sustainable Development Goal Target 12.3. Report on behalf of Champions 12.3, September 2017, zu finden in <<https://champs123blog.files.wordpress.com/2017/09/champions-123-guidance-on-interpreting-sustainable-development-goal-target-123.pdf>> [zitiert am 31.5.2019]
- Champions 12.3 (2018) SDG Target 12.3 on Food Loss and Waste: 2018 Progress Report. An annual update on behalf of Champions 12.3, September 2018, zu finden in <<https://champions123.org/2018-progress-report/>> [zitiert am 31.5.2019]
- Champions 12.3 (s.a.) About Champions 12.3. Informationen der Homepage der Champions 12.3, zu finden in <<https://champions123.org/about/>> [zitiert am 31.5.2019]
- C-Tech Innovation Ltd. (2004) Mass Balance - United Kingdom, Food and Drink Processing
- Damme K, Schreiter R, Schneider M, Hildebrand R-A (2018) 13. Bayerischer Herkunftsvergleich von Legehybriden in Bodenhaltung. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), zu finden in <https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/lvfz/kitzingen/dateien/13._bayerischer_herkunftsvergleich.pdf> [zitiert am 25.3.2019]
- Delley M, Brunner TA (2018) Household food waste quantification: comparison of two methods. In: British Food Journal 120 (7), pp 1504-1515. DOI: 10.1108/BFJ-09-2017-0486
- DESTATIS (2015a) Abfallentsorgung: Deutschland, Jahre, Anlagenart, Abfallarten. Tab. 32111-0002. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]
- DESTATIS (2015b) Ankünfte und Übernachtungen in Beherbergungsbetrieben: Deutschland, Jahre, Betriebsarten. Tab. 45412-0005. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]
- DESTATIS (2015c) Aufkommen an Haushaltsabfällen: Deutschland, Jahre, Abfallarten. Tab. 2004-2016. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 14.12.2017]
- DESTATIS (2015d) Beschäftigte und Umsatz der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige (WZ2008 2-4-Steller Hierarchie). Tab. 42111-0005. Statistisches

Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]

DESTATIS (2015e) Bestand der Gefangenen und Verwahrten in den deutschen des geschlossenen und offenen Vollzugs jeweils zu den Stichtagen 31. März, 31. August und 30. November eines Jahres. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 22.3.2019]

DESTATIS (2015f) Erwerbstätige, Arbeitnehmer, Selbständige und mithelfende Familienangehörige (im Inland): Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige. Tab. 13311-0001. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]

DESTATIS (2015g) Fortschreibung des Bevölkerungsstandes Tab. 12411-0001. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]

DESTATIS (2015h) Kinder in öffentlich geförderter Kindertagespflege: Deutschland, Stichtag, Altersgruppen. Tab. 22543-0001. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]

DESTATIS (2015i) Kinder in Tageseinrichtungen: Deutschland, Stichtag, Altersgruppen zum 01.03.2015. Tab. 22541-0001. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]

DESTATIS (2015j) Krankenhäuser, Betten, Patienten: Deutschland, Jahre. Tab. 23111-0001. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]

DESTATIS (2015k) Pflegebedürftige: Deutschland, Stichtag, Art der Versorgung, Altersgruppen. Tab. 22400-0001. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]

DESTATIS (2015l) Pflegeheime, Verfügbare Plätze, Personal: Deutschland. Tab. 22412-0001. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]

DESTATIS (2015m) Produktionswert, -menge, -gewicht und Unternehmen der Vierteljährlichen Produktionserhebung: Deutschland, Jahre, Güterverzeichnis (9-Steller). Tabelle 42131-0003. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]

DESTATIS (2015n) Schüler in beruflichen Schulen: Deutschland, Schuljahr, Schulart. Tab. 21121-0001. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]

DESTATIS (2015o) Schüler: Bundesländer, Schuljahr, Geschlecht, Jahrgangsstufen. Tab. 21111-0004. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]

DESTATIS (2015p) Studierende: Deutschland, Semester, Nationalität, Geschlecht. Tab. 21311-0001. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 25.3.2019]

- DESTATIS (2015q) Umsatz im Handel: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige, Produkte. Tab. 45341-0008. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 4.4.2019]
- DESTATIS (2015r) Verbraucherpreisindex: Deutschland, Jahre, Klassifikation der Verwendungszwecke des Individualkonsums (COICOP 2-5-Steller Hierarchie). Tab. 61111-0003. Statistisches Bundesamt, zu finden in <<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>> [zitiert am 4.4.2019]
- DESTATIS (2016) Abfallbilanz (Abfallaufkommen/-verbleib, Abfallintensität, Abfallaufkommen nach Wirtschaftszweigen). Statistisches Bundesamt, zu finden in <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Publikationen/Downloads-Abfallwirtschaft/abfallbilanz-pdf-5321001.pdf?__blob=publicationFile&v=4> [zitiert am 2.4.2019]
- EHI (2011) Nahrungsmittelverluste im Lebensmitteleinzelhandel. EHI Retail Institute GmbH. Köln
- EHI (2012) Der Lebensmittelhandel in Deutschland 2011/2012. EHI Retail Institute GmbH
- ELW (2009) Das Abfallwirtschaftskonzept für die Landeshauptstadt Wiesbaden 2009. Entsorgungsbetriebe der Landeshauptstadt Wiesbaden. Erlenbach am Main
- Fabi C (2017) State-of-play on the Global Food Loss Index to monitor SDG target 12.3. Präsentation bei der EU Platform on Food Losses and Food Waste meeting, November 7th, 2017, Brussels, zu finden in <https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw_eu-platform_20171107_sub-fd_pres-03.pdf> [zitiert am 31.5.2019]
- Fabi C (2019) EU Meeting on Food Loss Measurement – Experiences and recommendations for quantifying food losses and waste from primary production. Präsentation beim Treffen der Unterarbeitsgruppe “Measurement” der EU-Plattform Food Loss and Waste am 1.2.2019 in Brüssel, zu finden in <https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw_eu-platform_20190201_sub-fwm_pres-1.pdf> [zitiert am 31.5.2019]
- Fabi C, Lomax J (2018) Monitoring SDG 12.3 Measuring progress. Präsentation bei der EU Platform on Food Losses and Food Waste meeting, 24.5.2018, Vilnius, zu finden in <https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw_eu-platform_20180524_flw_pres-03.pdf> [zitiert am 3.6.2019]
- Ferreira M, Liz Martins M, Rocha A (2013) Food waste as an index of foodservice quality. In: British Food Journal 115 (11), pp 1628-1637. DOI: 10.1108/BFJ-03-2012-0051
- FLW Protocol (2016) Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard. Final report, 160 Seiten, ISBN 978-1-56973-892-4, zu finden in <<https://www.flwprotocol.org/>> [zitiert am 31.5.2019]
- GFI (2015) GFI Guide Frischemärkte Deutschland, zu finden in <<https://docplayer.org/24123573-Gfi-guide-frischemaerkte-deutschland.html>> [zitiert am 25.3.2019]
- Göbel, Christine; Teitscheid, Petra.; Ritter, Guido; Blumenthal, Antonia; Friedrich, Silke; Frick, Tanja; Grotstollen, Lisa; Möllenbeck, Carolin; Rottstegge, Lena; Pfeiffer, Cynthia (2012): Verringerung von Lebensmittelabfällen – Identifikation von Ursachen und Handlungsoptionen in Nordrhein-Westfalen. Studie für den Runden Tisch „Neue Wertschätzung von Lebensmitteln“ des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. FH Münster. Münster. Online verfügbar

- unter https://www.fh-muenster.de/isun/downloads/Studie_Verringerung_von_Lebensmittelabfaellen.pdf [zitiert am 25.03.2019]
- Graf T, Denger D, Götz R, Zorn D (2008) Leitlinie zur effizienten und umweltverträglichen Erzeugung von Winterraps. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Jena
- Gusia D (2012) Lebensmittelabfälle in Musterhaushalten im Landkreis Ludwigsburg. Ursachen – Einflussfaktoren - Vermeidungsstrategien. Diplomarbeit. Universität Stuttgart, Stuttgart. Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft, zu finden in <https://docplayer.org/25046049-Lebensmittelabfaelle-in-musterhaushalten-im-landkreis-ludwigsburg-ursachen-einflussfaktoren-vermeidungsstrategien.html> [zitiert am 25.3.2019]
- Gustavsson J, Cederberg C, Sonesson U, van Otterdijk R, Meybeck A (2011) Global food losses and food waste - Extent, causes and prevention. FAO. Rom, zu finden in https://www.ernaehrungs-umschau.de/fileadmin/Ernaehrungs-Umschau/artikelbilder/12_2015/FAO_Food_losses.pdf [zitiert am 25.3.2019]
- 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, zu finden in https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/WvL/Studie_Lebensmittelabfaelle_Langfassung.pdf%3F__blob%3DpublicationFile [zitiert am 25.3.2019]
- 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, zu finden in <https://www.muellundabfall.de/ce/analyse-bewertung-und-optimierung-von-systemen-zur-lebensmittelbewirtschaftung-teil-i/detail.html> [zitiert am 25.3.2019]
- 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
- Harris B (2018) Courtauld Commitment 2025 food waste baseline for 2015. Final report, Banbury, verfügbar unter <http://www.wrap.org.uk/content/courtauld-2025-baseline-and-restated-household-food-waste-figures> [zitiert am 20.06.2018]
- Heller M, Langhein J (2018) Analyse des Münchner 3-Tonnen-Systems für den Abfallwirtschaftsbetrieb München. In: Münchner Statistik 2, pp 24-33, zu finden in https://www.muenchen.de/rathaus/dam/jcr:d0be2075-ffa4-4be9-9cef-3ad1d241efed/MueSta_2Q18_AWM_Analyse%203-Tonnen-System.pdf [zitiert am 26.3.2019]
- Hübsch H, Adlwarth W (2017) SYSTEMATISCHE ERFASSUNG VON LEBENSMITTELABFÄLLENDER PRIVATEN HAUSHALTE IN DEUTSCHLAND. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, GfK SE, zu finden in https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/WvL/Studie_GfK.pdf?__blob=publicationFile [zitiert am 26.3.2019]
- Jensen C, Stenmarck Å, Sörme L, Dunsö O (2011) Matavfall 2010från jord till bord. Hg. v. Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut. Svenska MiljöEmissionsData (SMED). Norrköping

(ISSN:1653-8102), zu finden in <<http://www.smed.se/wp-content/uploads/2011/12/Matavfall-2010-fr%C3%A5n-jord-till-bord.pdf>> [zitiert am 26.3.2019]

- Kern M (2011) Auswirkungen der Wertstofftonne auf Mengen und Qualitäten von Abfallströmen. 23. Kasseler Abfall- und Bioenergieforum 2011, 2011
- Kern M, Siepenkothen H-J, Neumann F (2018a) Sortenreinheit von Bioabfällen. Hg. v. LUBW Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg und BGK Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH (ISBN 978-3-88251-402-5), zu finden in <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/documents/10184/144160/sortenreinheit_von_bioabfaellen-1.pdf/88ee0a8b-e4c0-463c-a937-8169abc5f018> [zitiert am 26.3.2019]
- Kern M, Siepenkothen H-J, Turk T (2018b) Erfassung von haushaltsstämmigen Bioabfällen und Qualität des Bioguts. Auswertung von Biogut-Sortieranalysen. In: Müll und Abfall 10, pp 526-531, zu finden in <https://www.muellundabfall.de/ce/erfassung-von-haushaltsstaemmigen-bioabfaellen-und-qualitaet-des-bioguts/_sid/YPAA-662645-mYRX/detail.html> [zitiert am 26.3.2019]
- Kranert M (2004) Geschäftsmüll. Abfallwirtschaftliche Bedeutung, Menge, Zusammensetzung und Einflussgrößen. Aus der Reihe Manuskripte zur Abfallwirtschaft Band 6. Unter Mitarbeit von W. Bidlingmaier. Berlin: RHOMBOS-VERLAG
- LANUV - Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2018) Lebensmittelverluste von Obst, Gemüse, Kartoffeln zwischen Feld und Ladentheke. Ergebnisse einer Studie in Nordrhein-Westfalen, LANUV-Fachbericht 85, Recklinghausen
- LAU – Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2017) Entwicklung von Grundlagen für einen Abfallvermeidungsbeitrag des Landes Sachsen-Anhalt - Vermeidung von Lebensmittelabfällen, Halle (Saale)
- Lebersorger S, Beigl P (2011) Municipal solid waste generation in municipalities: quantifying impacts of household structure, commercial waste and domestic fuel. In: Waste management (New York, N.Y.) 31 (9-10), pp 1907-1915. DOI: 10.1016/j.wasman.2011.05.016
- Lebersorger S, Schneider F (2014) Food loss rates at the food retail, influencing factors and reasons as a basis for waste prevention measures. In: Waste management (New York, N.Y.) 34 (11), pp 1911-1919. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.06.013
- Leverenz D, Hafner G, Heidrich M, Beck V, Beyerle N, Schmid D, Kranert M (2018) Untersuchung der Zusammensetzung des über die Bioabfalltonne erfassten Bioabfalls in der Stadt Stuttgart (2017). Endbericht
- LKV (2016) Fleischleistungsprüfung in Bayern 2016. Hg. v. Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V. (LKV Bayern), zu finden in <http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Jahresberichte/flp_jahresbericht2016.pdf> [zitiert am 26.3.2019]
- Lomax J (2019) Personal communication with James Lomax, Programme Officer for Sustainable Food and Agriculture, UN Environmental Programme, June 4th, 2019

- McDonald's (ed) (2018) Nachhaltigkeitsbericht 2017 McDonald's Deutschland, zu finden in <https://www.mcdonalds.de/documents/75202/4378059/McD_Nachhaltigkeitsbericht_2017.pdf> [zitiert am 26.3.2019]
- Momeyer P (2011) Schweinemast, Hähnchenmast oder Biogas: Investitionsentscheidungen unter Risiko. Masterarbeit. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Kiel. Institut für Agrarökonomie, zu finden in <http://www.uni-kiel.de/Agraroeconomie/arbeiten_PDFs/2011/MA2011MomeyerLB.pdf> [zitiert am 26.3.2019]
- Mosberger L, Gröbly D, Buchli J, Müller C, Baier U (2016) Schlussbericht Organische Verluste aus der Lebensmittelindustrie in der Schweiz - Massenflussanalyse nach Branchen und Beurteilung von Vermeidung / Verwertung. Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW), Wädenswil, 91 p, zu finden in <<https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/abfall/externe-studien-berichte/organische-verlusteausderlebensmittelindustrie.pdf.download.pdf/organische-verlusteausderlebensmittelindustrie.pdf>> [zitiert am 4.6.2019]
- MRI (2008a) Nationale Verzehrsstudie II, Ergebnisbericht, Teil 1. einschließlich Ergänzungsband/Schichtindex. Hg. v. Max Rubner-Institut und Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel. Karlsruhe, zu finden in <https://www.mri.bund.de/fileadmin/MRI/Institute/EV/NVS_II_Abschlussbericht_Teil_1_mit_Ergaenzungsbericht.pdf> [zitiert am 26.3.2019]
- MRI (2008b) Nationale Verzehrsstudie II. Ergebnisbericht, Teil 2. Hg. v. Max Rubner-Institut und Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, zu finden in <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/NVS_ErgebnisberichtTeil2.pdf?__blob=publicationFile> [zitiert am 26.3.2019]
- Müller G (1998) Recycling von Lebensmittelabfällen in Deutschland. Anfall, ökonomische und hygienische Bewertung, Entwicklung. Zugl.: Hohenheim, Univ., Diss. 1998. Stuttgart: Grauer
- Östergren K, Gustavsson J, Bos-Brouwers H, Timmermans T, Hansen OJ, Møller H, Anderson G, O'Connor C, Soethoudt H, Quested T, Eastel S, Politano A, Bellettato C, Canali M, Falasconi L, Gaiani S, Vittuari M, Schneider F, Moates G, Waldron K, Redlingshöfer B (2014) FUSIONS Definitional Framework for Food Waste. Full Report. Europäische Kommission, zu finden in <<https://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/FUSIONS%20Definitional%20Framework%20for%20Food%20Waste%202014.pdf>> [zitiert am 26.3.2019]
- Panning R (2002) Hausmüllanalyse Magdeburg. In: Müll und Abfall 34 (1), pp 4-9, zu finden in <<https://www.tib.eu/de/suchen/id/ceaba%3ACEAB20020200440/Hausm%C3%BCllanalyse-Magdeburg/>> [zitiert am 26.3.2019]
- Part F (2010) Methodik zur Erhebung des Aufkommens von betrieblichen Küchen- und Speiseabfällen am Beispiel des Bundeslandes Salzburg. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur Wien, Wien
- Peter G, Kuhnert H, Haß M, Banse M, Roser S, Trierweiler B, Adler C (2013) Einschätzung der pflanzlichen Lebensmittelverluste im Bereich der landwirtschaftlichen Urproduktion. Max Rubner-Institut; Julius Kühn Institut; Johann Heinrich von Thünen Institut; Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Braunschweig, zu finden in <https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn052055.pdf> [zitiert am 26.3.2019]
- Quested, T, Johnson, H (2009): Household food and drink waste in the UK. Final report. ISBN: 1-84405-430-6. Banbury: Wastes & Resources Action Programme (WRAP). Available online at

- http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Household_food_and_drink_waste_in_the_UK_-_report.pdf, checked on 11/29/2018 (accessed 11/29/2018).
- REWE Group (2016) REWE Group-Nachhaltigkeitsbericht 2015/2016, zu finden in <<https://rewe-group-nachhaltigkeitsbericht.de/2016/gri-bericht/eku/gri-306-abfall>> [zitiert am 26.3.2019]
- Schneider F, Lebersorger S, Roßboth T, Scherhauser S (2012) Detailanalyse der Feinfraktion 2010-2011. im Zuge der Restmüllanalyse, zu finden in <<http://www.noe.gv.at/noe/Abfall/Restmuellanalyse.pdf>> [zitiert am 26.3.2019]
- Schnepel K, Hoffmann CM (2016) Genotypic differences in storage losses of sugar beet - causes and indirect criteria for selection. In: *Plant Breed* 135 (1), pp 130-137. DOI: 10.1111/pbr.12338
- Schwarzmayr A (2016) United Against Waste - Rückblick, Erhebungsergebnisse und Ausblick. Unilever Food Solutions; United Against Waste, zu finden in <https://united-against-waste.at/wp-content/uploads/2016/01/2016_Pr%C3%A4sentation-UAW-Abschluss-PK.pdf> [zitiert am 26.3.2019]
- SFK.Online (2019) Souci Fachmann Kraut Datenbank, zu finden in <<https://www.sfk.online/webhelp/#datenbank.html>> [zitiert am 26.3.2019]
- Siepenkoth H-J, Neumann F (2017) Bio- und Restabfallanalyse im Kreis Schleswig-Flensburg. Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH. Witzenhausen, zu finden in <https://www.asf-online.de/fileadmin/media/Downloads/Rest-und_Bioabfallanalyse_ASF_2016_17.pdf> [zitiert am 26.3.2019]
- Siepenkoth H-J, Neumann F (2017a) Biogutanalysen für die AWSH Abfallwirtschaft Südholstein GmbH [online]. Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH. Witzenhausen. Zu finden unter <https://www.awsh.de/fileadmin/media/PDFs/2017-10-23-_Abschlussbericht_Biogutanalyse_AWSH_Maerz_2017__002_.pdf> [zitiert am 26.03.2019]
- Tafel Deutschland e.V. (2015) Lebensmittel retten, zu finden in <<https://www.tafel.de/themen/nachhaltigkeit/lebensmittel-retten/>> [zitiert am 26.3.2019]
- Themen D (2014) REDUCTION OF FOOD LOSSES AND WASTE IN EUROPE AND CENTRAL ASIA FOR IMPROVED FOOD SECURITY AND AGRIFOOD CHAIN EFFICIENCY. FAO, zu finden in <<http://www.fao.org/3/a-au844e.pdf>> [zitiert am 26.3.2019]
- UN – United Nations/Vereinte Nationen (2015) Resolution der Generalversammlung, verabschiedet am 25. September 2015 – 70/1. Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung. Deutsche Fassung, zu finden in <<http://www.un.org/Depts/german/gv-70/band1/ar70001.pdf>> [zitiert am 20.4.2019]
- Wagner J, Baumann J, Müller R (2016) Bericht zur Ergänzung der Sächsischen Sortierrichtlinie 2014 zur Identifikation von Lebensmittelabfällen. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), zu finden in <<https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/23865/documents/39942>> [zitiert am 26.3.2019]
- Waskow F, Blumenthal A, Wiescholke 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. Bundesministerium für Bildung und Forschung; FONA; DLR. Düsseldorf, zu finden in <https://www.researchgate.net/profile/Frank_Waskow/publication/311571930_Erhebung_R>

elevanz_und_Ursachen_von_Lebensmittelabfallen_in_der_Mittagsverpflegung_von_Ganztag
sschulen/links/584db02708aed95c2503238f/Erhebung-Relevanz-und-Ursachen-von-
Lebensmittelabf> [zitiert am 26.3.2019]

Weiß G (ed) (2017) Jahrbuch 2016/17 Außer-Haus-Markt. V. D. Gastronomische
Wirtschaftsfachzeitschriften. food-service, gv-praxis, FoodServiceEurope & Middle East,
AHGZ: DFV, zu finden in <[https://www.dfv-fachbuch.de/ahm/jahrbuch-ausser-haus-markt-
2016-2017,4727.html](https://www.dfv-fachbuch.de/ahm/jahrbuch-ausser-haus-markt-2016-2017,4727.html)> [zitiert am 25.3.2019]



THÜNEN

Thünen Report 71

Herausgeber/Redaktionsanschrift

Johann Heinrich von Thünen-Institut

Bundesallee 50

38116 Braunschweig

Germany

www.thuenen.de

ISBN 978-3-86576-198-9

