



Handlungsempfehlungen zur Reduktion von Lebensmittelabfällen und ihre Klimarelevanz anhand von theoretischen Umsetzungsbeispielen im europäischen Raum

Silvia Scherhauser

Online publiziert: 18. März 2019
 © Der/die Autor(en) 2019

Zusammenfassung In der Europäischen Union (EU) fallen jährlich etwa 88 Mio. Tonnen an Lebensmittelabfällen an, wobei die meisten Abfälle in privaten Haushalten entstehen (Stenmarck et al. 2016). Die Vermeidung von Lebensmittelabfällen hat oberste Priorität. Lebensmittelabfälle, die sich nicht oder nur bedingt vermeiden lassen, wie z. B. Produktionsrückstände, Presskuchen, Schalen oder Knochen, sollen effizienter genutzt und nach Umweltgesichtspunkten bestmöglich verwertet werden. Eine erfolgreiche Umsetzung von Vermeidungs- und Reduktionsmaßnahmen obliegt jedoch gewissen Voraussetzungen. Das EU-Horizon-2020-Projekt REFRESH beschäftigt sich systemisch mit verschiedenen Handlungsfeldern, um Maßnahmen zur Reduktion von Lebensmittelabfällen von Unternehmen, KonsumentInnen aber auch Behörden zu ermöglichen. Dazu gehören unter anderem eine Analyse zum KonsumentInnenverhalten, die Etablierung von Plattformen auf nationaler Ebene für Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Lebensmitteln und virtuelle Plattformen auf europäischer Ebene sowie Empfehlungen zur Lebensmittelabfallpolitik. Dieser Artikel zeigt zunächst die Datlage auf EU-Ebene auf und geht dann auf die Abfallhierarchie für Lebensmittel ein. Es werden Ergebnisse aus Erhebungen zu Handlungsschwerpunkten zur Reduktion von Lebensmittelabfällen aus dem Projekt REFRESH gezeigt und ökologische Auswirkungen auf Basis von klimarelevanten Emissionen für verschiedene Szenarien – Vermeidung von Lebensmittelabfällen, Verwertung von nicht vermeidbaren Lebensmit-

telabfällen, Verfütterung an Tiere, Reduktion des Fleischkonsums bzw. der Fleischabfälle – näher erläutert.

Measures to reduce food waste and their relevance to mitigate global warming on examples of theoretical implementation in Europe

Abstract In the European Union (EU) 88 Mio. tons of food waste is produced each year; most of it in private households (Stenmarck et al. 2016). The prevention of food waste has first priority. Food losses, which are not or only limited avoidable like residues from manufacturing industry, press cake, peelings, bones, should be used more efficiently and treated in the most environmentally beneficial way. A successful implementation of prevention or reduction measures requires specific knowledge on food waste. The EU Horizon 2020 Project REFRESH adopts a systemic approach and use cutting edge science to enable action by businesses, consumers and public authorities to reduce food waste and to maximize the value from unavoidable food waste. Those actions include an analysis of the consumer behaviour, the establishing of stakeholder platforms on national level and of virtual platforms supporting cooperation on European level as well as recommendations for the food waste policy. This article shows the EU food waste data set and the food use hierarchy. Outcomes of the surveys and tasks of REFRESH around the fields of actions to reduce food waste are reported. Additionally, environmental impacts of different reduction scenarios—food waste prevention, further use or recycling of unavoidable food waste, animal feeding, dietary change regarding meat and reduced meat waste—are shown on the basis of greenhouse gas savings.

1 Einleitung

Die Europäische Union (EU) hat sich im Kreislaufwirtschaftspaket zur Reduktion von Lebensmittelabfällen verpflichtet und möchte somit auch den UN-Nachhaltigkeitszielen (Sustainable Development Goals – SDGs) folgen, wonach bis 2030 die Menge an Lebensmittelabfällen aus Handel und vom Endverbraucher zu halbieren und jene aus der Produktions- und Versorgungskette zu reduzieren ist. Die Bedeutung zur Identifikation von geeigneten Maßnahmen zur Vermeidung und Reduktion von Lebensmittelabfällen wächst. Evidenzbasierte Empfehlungen sind daher Hauptaugenmerk der derzeitigen EU-Forschungsprojekte rund um das Thema Lebensmittelabfälle.

Eine gesicherte Datenlage zu Lebensmittelabfällen und die Identifikation von Gründen zum Aufkommen entlang der Wertschöpfungskette sind wichtige Grundlagen, um spezifische Vermeidungs- und Reduktionsmaßnahmen sowie Handlungsempfehlungen abzuleiten. Diese Grundlagen wurden bereits durch Publikationen wie beispielsweise von FAO (2011), Parfitt et al. (2010), Quedstedt und Johnson (2009) und im deutschsprachigen Raum von Kranert et al. (2012) und Schneider et al. (2012) gelegt. Auf EU-Ebene verfolgte das EU-Projekt FUSIONS¹ das Ziel der Reduktion von Lebensmittelabfällen mit Schwerpunkt sozialer Innovation in EU-Mitgliedstaaten. Das Folgeprojekt REFRESH beschäftigte sich zusätzlich mit übergeordneten Themen wie KonsumentInnenverhalten, sozio-ökonomischen Aspekten sowie ökologischen und ökonomischen Auswirkungen.

DI (FH) S. Scherhauser (✉)
 Department Wasser – Atmosphäre – Umwelt, Institut für Abfallwirtschaft, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 107, 1190 Wien, Österreich
silvia.scherhauser@boku.ac.at

¹ FUSIONS ist das Vorgängerprojekt von REFRESH, lief von 2012 bis 2016 und wurde vom siebten Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Kommission mit der Nr. 311972 finanziert.

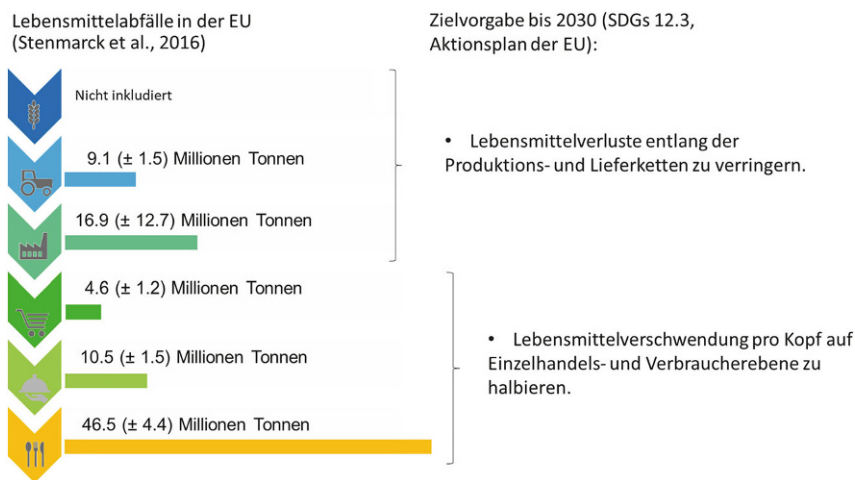


Abb. 1 Daten zum Aufkommen von Lebensmittelabfällen in der EU und Bezug auf die Zielvorgaben des SDGs 12.3 und des EU-Kreislaufwirtschaftspaketes

gen, Möglichkeiten für Maßnahmen durch Unternehmen, Endverbraucher und Behörden sowie politischen Handlungsempfehlungen für eine höhere Wirksamkeit.

Die Vermeidung von Lebensmittelabfällen ist aber nicht nur aus sozialen und ökonomischen Gründen anzustreben, sondern kann auch einen wesentlichen Beitrag zur Abschwächung der globalen Erwärmung liefern. Der Sektor, in dem die meisten Emissionen anfallen, ist die landwirtschaftliche Produktion, bedingt durch Methan- und Lachgasemissionen, die in der Tierhaltung entstehen, aber auch durch die Ausbringung von Düngemitteln. Der ökologische Fußabdruck ist bei Fleisch und Milchprodukten am größten. Obwohl geringere Mengen an Fleisch und Milchprodukten weggeworfen werden als an Brot, Gebäck, Obst und Gemüse, ist jedoch deren Einfluss auf das Treibhausgas (THG)-Potenzial größer (Scherhauer et al. 2018). Eine effizientere Nutzung ist deshalb von großer Bedeutung, da so erhebliche THG-Emissionen eingespart werden können. Im EU-Projekt REFRESH wurden Nachhaltigkeitsanalysen in Kombination von sowohl ökologischen (THG-Emissionen) als auch ökonomischen Faktoren (Lebenszyklus-Kosten) für verschiedene Behandlungsoptionen von Lebensmittelverlusten durchgeführt.

Dieser Artikel umfasst einen Teilbereich der Ergebnisse aus dem EU-Projekt REFRESH; vorwiegend Handlungsschwerpunkte zur Verfolgung des gemeinsamen Ziels zur Vermeidung und effizienteren Nutzung von Lebensmit-

telabfällen und Umweltgesichtspunkte bei der Wiederverwendung, Verwertung und Beseitigung von Lebensmittelverlusten auf Basis von klimarelevanten Emissionen.

2 Lebensmittelabfallmengen in Europa

In der EU werden jährlich etwa 88 Mio. Tonnen an Lebensmittelabfällen verursacht; dies entspricht einem Wert von rund 143 Mrd. € (Stenmarck et al. 2016). Wie in Abb. 1 ersichtlich fällt mit etwa 47 Mio. Tonnen der größte Anteil in privaten Haushalten an. Insgesamt 70 % der Abfälle werden durch Haushalte, Gastronomie und Handel verursacht. Das sind jene Bereiche, deren Lebensmittelabfälle gemäß der SDGs (12.3) bis 2030 um die Hälfte reduziert werden sollen. Die Anteile aus den Sektoren landwirtschaftliche Produktion und Verarbeitung von Lebensmitteln sind in den restlichen 30 % des Lebensmittelabfalls der EU eingerechnet, welche laut SDGs ebenfalls reduziert werden sollen, wobei jedoch kein quantitatives Ziel vorgegeben ist. Die geschätzte Abfallmenge aus letzteren Sektoren ist aufgrund der schlechten Datenlage noch mit den größten Unsicherheiten behaftet und beläuft sich auf etwa 9 Mio. Tonnen aus der Landwirtschaft (exkl. Vor-Ernte-Verluste) und etwa 17 Mio. Tonnen aus der Verarbeitung. Eine Reihe von Forschungsprojekten befasst sich bereits mit den Lebensmittelabfällen aus diesen Sektoren sowie zu Vor-Ernte-Verlusten, um die Datenlage, sowohl in Österreich (z. B.

Hietler and Pladerer 2017; Schmed et al. 2018; Schneider et al. 2019) als auch in anderen EU-Ländern (z. B. De Menna et al. 2015) zu verbessern. Die neue Richtlinie über Abfälle (Europäische Kommission 2018), wonach EU-Mitgliedstaaten zukünftig Daten zu Lebensmittelabfallmengen zur Verfügung stellen müssen, wird das Vorhaben einer besseren Datenlage unterstützen. Eine gesicherte Datenlage ist Grundvoraussetzung für die Bestimmung von geeigneten Maßnahmen zur Vermeidung und Reduktion („if you cannot measure it, you cannot manage it“ (Williams et al. 2015)).

Die Hochrechnung auf EU-Ebene, deren zugrunde liegende Studie im EU-Projekt FUSIONS durchgeführt wurde, beinhaltet Daten zu jenen Lebensmittelabfällen, die sowohl essbare und nicht essbare Bestandteile von Nahrungsmitteln enthalten, d.h. auch Zubereitungsreste wie Schalen, Knochen etc. (Östergren et al. 2014). Von den Daten ausgenommen sind Verluste vor der Ernte und vor der Schlachtung sowie jene Lebensmittel, die zwar die Nahrungsmittelkette verlassen, jedoch als Futtermittel, als biobasiertes Material oder in sonstigen biochemischen Verfahren eingesetzt werden.

Prinzipiell kann zwischen essbaren und nicht essbaren Lebensmittelabfällen unterschieden werden, aber auch zwischen vermeidbaren und nicht vermeidbaren Anteilen (Lebersorger and Schneider 2011). Die in Österreich übliche Einteilung ist jene nach der Vermeidbarkeit. Nach Schneider et al. (2012) spricht man von vermeidbaren Lebensmitteln, „wenn sie zum Zeitpunkt ihrer Entsorgung noch uneingeschränkt genießbar sind oder bei rechtzeitiger Verwendung genießbar gewesen wären, welche jedoch aus verschiedenen Gründen nicht marktgängig sind (landwirtschaftliche Produktion, (Weiter-)Verarbeitung, Distribution, Groß- und Einzelhandel) bzw. aus unterschiedlichen Gründen nicht gegessen (Großküchen- und Gastronomiebetriebe, Konsument) und daher entsorgt werden“. Als nicht vermeidbar gelten jene Lebensmittelabfälle, „die üblicherweise im Zuge der Speisenzubereitung entfernt werden; hauptsächlich nicht essbare (z.B. Knochen, Bananenschalen) aber auch potenziell essbare Bestandteile (z.B. Gurkenschalen, Kartoffelschalen)“. Es gilt den Anteil der vermeidbaren Lebensmittel zu reduzieren und den Anteil der

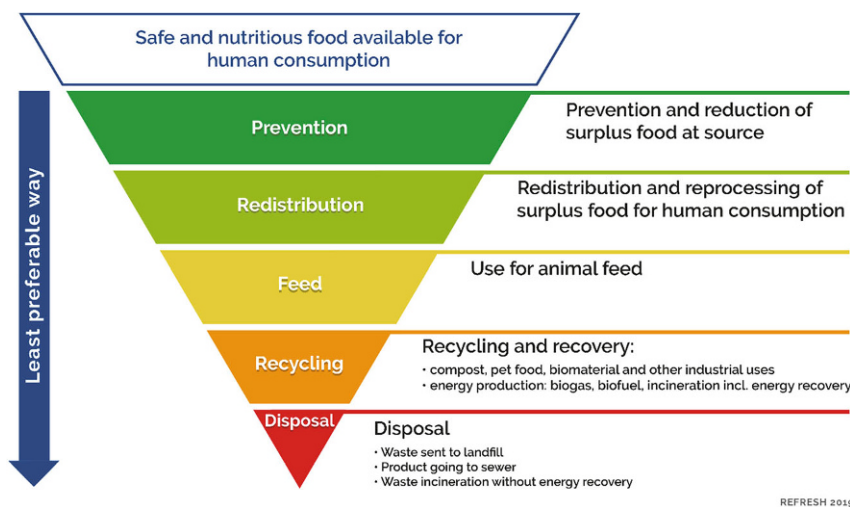


Abb. 2 REFRESH Food use hierarchy (Lebensmittelnutzungshierarchie)

unvermeidbaren Lebensmittel nach Umweltgesichtspunkten bestmöglich zu verwerten.

Die Schätzung der Lebensmittelabfallmengen auf EU-Ebene ist aufgrund der schlechten Datenlage noch mit großen Unsicherheiten behaftet. Dies bezieht sich auch auf den Anteil der vermeidbaren Lebensmittel in der EU, welcher beispielsweise in Vanham et al. (2015) auf 80 % geschätzt wird. Kohärente Methoden zur vollständigeren Erfassung von Lebensmittelabfalldaten sind notwendig und werden auch in der neuen Richtlinie über Abfälle angestrebt. Demnach müssen Mitgliedstaaten zukünftig Daten zu Lebensmittelabfällen zur Verfügung stellen, die nach einer festgelegten Methode ermittelt werden (Artikel 9 in Europäische Kommission (2018)). Das vom EU-Projekt FUSIONS entwickelte Handbuch zur Quantifizierung von Lebensmittelabfällen entlang der Wertschöpfungskette (Møller et al. 2014) kann dabei unterstützen.

3 Prioritätenfolge zur Nutzung von Lebensmitteln

Die allgemeine Abfallhierarchie nach EU-Richtlinie 2008/98 über Abfälle (Europäische Kommission 2008) unterliegt der folgenden Prioritätenfolge: Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling, sonstige Verwertung und Beseitigung. Wobei jene Maßnahmen gefördert werden sollen, die insgesamt das beste Ergebnis unter dem Aspekt des Umweltschutzes hinsichtlich der gesamten Auswirkungen

der Erzeugung und Bewirtschaftung der Abfälle im Lebenszyklus bringen. Im Fall von Lebensmittelabfällen ist es allerdings notwendig, auch nach weiteren Gesichtspunkten Prioritäten festzulegen, beispielsweise ist die Umverteilung zur weiteren Nutzung für den menschlichen Verzehr jener für den tierischen Verzehr vorzuziehen (Wunder et al. 2018). Vermeidung hat in beiden Hierarchien oberste Priorität. Unter dem Aspekt der Wiederverwendung von Lebensmitteln sollen Lebensmittel effizienter genutzt werden. In REFRESH wird deshalb, in Anlehnung an die „Food and drink material hierarchy“ von WRAP (2016), von einer „Food use hierarchy“ (Lebensmittelnutzungshierarchie, siehe Abb. 2) gesprochen (Wunder et al. 2018), um diesen Effekt zu verdeutlichen, anstatt vom Blickwinkel der Abfallwirtschaft zu sprechen. Die Wiederverwendung von Erzeugnissen, die keine Abfälle sind, untergliedert sich in den Teilbereich der Nutzung für den menschlichen Verzehr und für den tierischen Verzehr. Von einer Hierarchie für Recycling und Verwertungsoptionen wird in der Lebensmittelnutzungshierarchie bewusst Abstand genommen, da im Fall von biologischen Materialien die Bevorzugung durch Umweltaspekte stark kontextspezifisch ist. Dieser Aspekt wird im Abschn. 5.2. näher erläutert.

4 Handlungsfelder

Der Anteil an vermeidbaren Lebensmitteln soll möglichst reduziert werden und der Anteil der nicht vermeidbaren

Lebensmittel nach Umweltgesichtspunkten bestmöglich verwertet werden. Das ist das Ziel vieler Forschungsvorhaben in der EU (u.a. FUSIONS, REFRESH, STREFOWA) und wird auch bereits in nationalen Programmen zur Abfallvermeidung (z.B. in Österreich im Bundesabfallwirtschaftsplan BAWP 2011 und 2017) implementiert. Das EU-Forschungsprojekt REFRESH geht auf verschiedene Aspekte zur Reduktion von Lebensmittelabfällen entlang der gesamten Wertschöpfungskette ein, wie im Folgenden beschrieben.

4.1 KonsumentInnenverhalten

Eine Vielzahl von Haushaltspraktiken bestimmt die Menge an Lebensmitteln, die weggeworfen werden. Verhaltensweisen, wie z.B. weniger Impulskäufe tätigen, einen guten Überblick über gelagerte Lebensmittel haben, bedarfsorientiert kochen oder nicht gegessene Speisen wieder in neuen Gerichten einsetzen („Restrezepte“), wirken sich reduzierend auf die Lebensmittelmenge aus. Weniger Lebensmittel landen so im Müll. Darüber hinaus beeinflusst die Motivation der KonsumentInnen, deren Fähigkeiten (Wissen und Fertigkeit) und Möglichkeiten das Abfallverhalten maßgeblich (Van Geffen et al., 2016), wie in Abb. 3 verdeutlicht.

Eine großflächige KonsumentInnenbefragung in Deutschland, Ungarn, Spanien und den Niederlanden von insgesamt 3354 Haushalten (Van Geffen et al. 2017) hat ergeben, dass sich Haushalte mit weniger Lebensmittelabfällen insbesondere in folgenden Punkten von Haushalten mit höheren Lebensmittelabfällen unterscheiden:

Haushalte mit weniger Lebensmittelabfällen ...

- glauben, dass andere weniger wegwerfen und haben daher negative Gefühle, wenn sie Lebensmittel wegwerfen.
- schenken der Versorgung mit ausreichenden und schmackhaften Lebensmitteln weniger Bedeutung.
- haben mehr Fertigkeiten bezüglich bedarfsgerechter Planung, kreativem Kochen und wissen, wie man Lebensmittel länger haltbar macht.
- führen weniger unerwartete Ereignisse an, die die Essensplanung durcheinanderbringen könnten.
- haben ausreichend Zugang zu Produkten, welche in passenden Verpackungsgrößen verkauft werden.

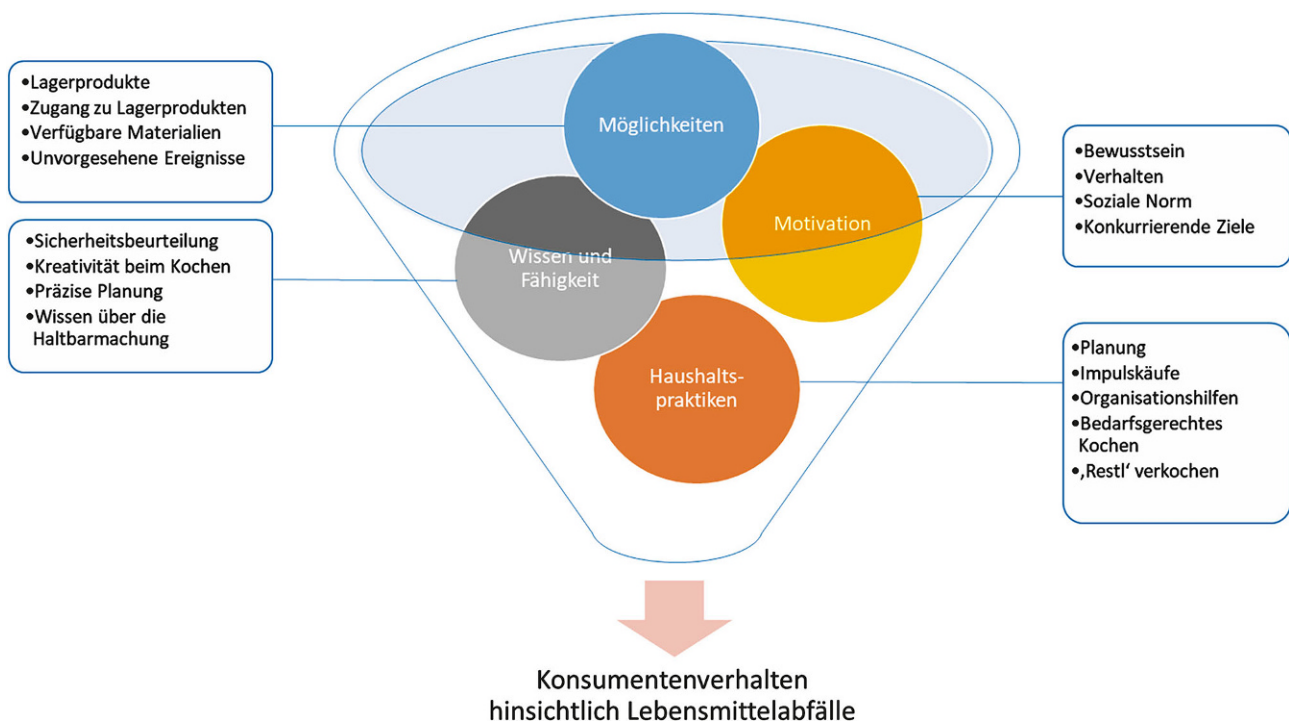


Abb. 3 Grafische Darstellung der Einflussfaktoren auf das KonsumentInnenverhalten zu Lebensmittelabfällen nach (Van Geffen et al. 2016)

Überraschenderweise beeinflusst der Umstand, welche Konsequenzen das Wegwerfverhalten bei Lebensmitteln für die Umwelt und Ökonomie hat, die Mengen an Lebensmittelabfällen nicht. Basierend auf diesen Erkenntnissen kann gefolgert werden, dass bewusstseinsbildende Maßnahmen allein nicht ausreichen werden, um einen deutlichen Rückgang der Lebensmittelabfallmenge zu erzielen. Vielversprechender sind Maßnahmen, die die soziale Norm ändern (z.B. KonsumentInnen überzeugen, dass es nicht „normal“ ist, Lebensmittel wegzuworfen), die das Wissen und die Fähigkeiten der KonsumentInnen stärken und die eine schnelle und einfache Versorgung an Lebensmitteln gewährleisten, sodass unvorhergesehene Ereignisse im Alltag keinen oder weniger Einfluss auf das Lebensmittelmanagement im Haushalt haben.

4.2 Verbesserte Information zu Lagerfähigkeiten und Mindesthaltbarkeitsdatum

Unkenntnis bezüglich des Mindesthaltbarkeitsdatums (MHD) wurde als einer von vielen Gründen genannt, warum Lebensmittelabfälle anfallen, und ist

auch ein Schwerpunkt im Aktionsplan des Kreislaufwirtschaftspakets.

In einer Erhebung in Ungarn, Deutschland, Spanien und den Niederlanden im Rahmen von REFRESH wurden verschiedene Formate zur Kommunikation auf Verpackungen erprobt (Leach and O'Brien 2019). TeilnehmerInnen an der Erhebung wurden verschiedene Formulierungen und Formate zur Datumskennzeichnung sowie Informationen zu Einfrier- und Lagermöglichkeiten für bestimmte Produkte wie verpackte Karotten, Orangen, Brot und Hühnerfleisch gezeigt und deren beabsichtigtes Vorgehen abgefragt. Es konnten insgesamt 611 Angaben in Deutschland, 1244 in Ungarn, 1114 in den Niederlanden und 544 in Spanien erhoben und ausgewertet werden. Die Ergebnisse zeigten unter anderem, dass ein hoher Bedarf an Information zur Lagerung von Orangen besteht sowie zum Einfrieren von Hühnerfleisch und Brot. Ein Großteil der Testpersonen lagert Orangen bei Raumtemperatur, wobei eine Lagerung in Kühlschränken vorteilhaft wäre. Ein tief verwurzeltes Verhalten ist außerdem das Einfrieren am Tag des Kaufs, wobei das Einfrieren von Produkten bis zum Verbrauchsdatum durchaus möglich ist. Obwohl den Testpersonen Angaben für das Einfrie-

ren bis zu einem bestimmten Tag an bestimmten Produkten vorgeschlagen wurden, würden dennoch die meisten Befragten, Hühnerfleisch oder Brot am Tag des Kaufes einfrieren und nicht mehr später. Das MHD wird grundsätzlich von den Befragten so verstanden, wie es vorgesehen ist. Bei Joghurt allerdings geben 30 % der Befragten an, dass sie vorsichtiger vorgehen und das MHD im Endeffekt wie ein Verbrauchsdatum gehandhabt wird.

Basierend auf den Ergebnissen der Erhebung kann gefolgert werden, dass Angaben zum Lagerverhalten (wo und wie Produkte für eine längere Haltbarkeit gelagert werden können) und Datumsangaben zum Einfrieren empfehlenswert wären. Andere Datumsangaben wie „Display until“ sollten vermieden werden, um die KonsumentInnen nicht zu verunsichern und das Verbrauchsdatum („Use by“) sollte nur für jene Produkte verwendet werden, für die es notwendig ist (z.B. frisches Fleisch) (Leach and O'Brien 2019).

4.3 Arbeitsgruppen und Stakeholderdialoge im nationalen Raum

Eine Zusammenarbeit aller Akteure entlang der Wertschöpfungskette von

Nahrungsmitteln ist unumgänglich, um gezielte Maßnahmen zur Reduktion von Lebensmittelabfällen zu setzen. Diese Ambition wird im EU-Projekt REFRESH als „Framework for Action“ bezeichnet, um die Zusammenarbeit zu fördern.

Einige Plattformen haben sich bereits gebildet, um gemeinsam den Kampf gegen Lebensmittelverschwendung zu bewerkstelligen. In Österreich gibt es seit 2013 den vom Lebensmittelministerium einberufenen Stakeholderdialog zu Lebensmittelabfällen, zu dem sich regelmäßig wichtige Akteure in der österreichischen Versorgungswirtschaft, wissenschaftliche Einrichtungen und NGOs treffen.

In Deutschland, Ungarn, den Niederlanden und Spanien wurden im Zuge von REFRESH weitere Plattformen eingerichtet. Alle haben unterschiedliche Schwerpunkte zur Reduktion von Lebensmittelabfällen gesetzt. Diese Ambition des „Framework for Action“ fand auch in China Anklang, wo sich mittlerweile eine Kollaboration zwischen einer chinesischen Handelskette (China Chain Store and Franchise Association (CCFA)) und Forschungseinrichtungen (China Household Electric Appliance Research Institute (CHEARI), IVL Swedish Environmental Research Institute) gebildet hat. Die Ambitionen im europäischen Raum haben folglich Auswirkungen auf Maßnahmen in anderen Teilen der Welt, die genauso von der Problematik hoher Lebensmittelabfallmengen betroffen sind.

4.4 Hilfsmittel auf europäischer Ebene

Eine Vernetzung aller Akteure auf europäischer Ebene ist genauso wichtig wie auf nationaler Ebene, um Maßnahmen zur Lebensmittelabfallvermeidung zu fördern. Die „EU Platform on Food Losses and Food Waste (FLW)“² wurde im Jahr 2016 von der Kommission einberufen, um die Ziele der SDGs und des Kreislaufwirtschaftspakets zu verfolgen. Die Plattform hat sich zum Ziel gesetzt, Akteure in der Nahrungsmittelskette zu unterstützen, um Maßnahmen zur Lebensmittelvermeidung zu definieren, Best Practice zu teilen und Entwicklungen zu evaluieren. Es existieren vier Untergruppen, um spezifische Aspekte zu behandeln: Lebensmittelspenden, Quantifizierung von Lebensmittelab-

fallmengen, Umsetzen und Handeln sowie Datumskennzeichnung und Lebensmittelvermeidung.

REFRESH erstellte in Kooperation mit der Plattform „FLW“ eine virtuelle Plattform namens „REFRESH Community of Experts (CoE)“, wo jegliche Akteure Erfahrungen zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen austauschen können. Die CoE bietet die Möglichkeit, Ressourcen rund um das Thema Lebensmittelverschwendung und Reduktionsmaßnahmen in Europa schnell zu finden und zu teilen (www.REFRESHcoe.eu). Die Plattform verzeichnete seit ihrer Veröffentlichung im Oktober 2017 insgesamt 178 Einträge und monatlich durchschnittlich 500 bis 600 Besuche auf der Website (Stand: Februar 2019).

4.5 Politische Handlungsempfehlungen

Erwartungshaltungen bezüglich geeigneter politischer Handlungsempfehlungen aus EU-Forschungsprojekten sind hoch, da evidenzbasierte Aussagen getroffen werden können. Die Komplexität des Themas und die Verwertung der Interessen aller Akteure in der Nahrungsmittelskette erschweren allerdings die Formulierung von spezifischen Handlungsempfehlungen. Aus diesem Grund fanden im Zuge des Projekts mehrere Workshops zu folgenden politischen Themenbereichen statt: Abfall- und Ressourcenpolitik, Lebensmittelsicherheit und -hygiene, Bioenergie, landwirtschaftliche Betriebe und Fischereien, Datumskennzeichnung etc. Die Diskussionen innerhalb dieser Workshops führten zur Identifikation von vier Schlüsselbereichen, die eine wesentliche Veränderung im Kampf gegen Lebensmittelverschwendung mit sich bringen können:

- KonsumentInnenverhalten,
- freiwillige Vereinbarungen zur Zusammenarbeit,
- unlautere Handelspraktiken (Unfair Trading Practices UTP) und
- Tierernährung.

Als Ausgangspunkt für weitere Diskussionen in diesen vier Schlüsselbereichen können die Erhebungen herangezogen werden, die im Zuge von REFRESH erarbeitet wurden. Untersuchungen bezüglich KonsumentInnenverhalten wurden bereits in Abschn. 4.1. erwähnt, die Politik wurde bezüglich freiwilliger Vereinbarungen und unlauterer Handelspraktiken in Piras et al.

(2018) bewertet und technische Fragestellungen bezüglich Tierernährung in Luyckx et al. (2019) behandelt.

5 Ökologische Auswirkungen bei der Umsetzung von Handlungsmaßnahmen

Wie eingangs erwähnt sind Lebensmittelabfälle mit großen Umweltauswirkungen verknüpft. Können Lebensmittelabfälle reduziert werden, kann dies einen erheblichen Beitrag zum Klimaschutz liefern. In Hinblick auf das Pariser Abkommen hat sich die EU dazu verpflichtet, die Treibhausgas (THG)-Emissionen zu reduzieren, um die globale Erwärmung auf weniger als 2°C zu limitieren. Die Reduktion von Lebensmittelabfällen ist daher nicht nur sozialpolitisch von Bedeutung, sondern auch von Seiten der Umweltpolitik.

5.1 Einsparung von Treibhausgasen bei Vermeidung

Lebensmittelabfälle fallen entlang der gesamten Wertschöpfungskette an, von der landwirtschaftlichen Produktion bis zu den KonsumentInnen. Je später in der Kette Lebensmittelabfall anfällt, desto mehr Emissionen sind diesem Abfall hinzuzurechnen. Emissionen aus Produktion, Verarbeitung, Transport, Verpackung, Verteilung etc. sind vergebens, wenn das Lebensmittelprodukt am Ende nicht – wie für den ursprünglichen Zweck produziert – gegessen, sondern weggeworfen wird. Für Europa beläuft sich das Treibhausgaspotenzial auf etwa 997 Mio. Tonnen (MT) CO₂-Äquivalente (CO₂-Äqu.) für die konsumierte Menge an Lebensmitteln und auf 186 MT CO₂-Äqu. für weggeworfene Lebensmittel (Scherhauser et al. 2018). Wenn die Emissionen jenem Sektor zugeschrieben werden, in dem die Abfälle entstehen (nach dem „polluter pays principle“), so zeigt sich (siehe Abb. 4), dass der Haushaltssektor gemeinsam mit der Gastronomie 65 % aller Emissionen verursacht (Scherhauser and Obersteiner 2018). Wird nun angenommen, dass etwa 50 % der Lebensmittelabfälle im Haushaltsbereich vermeidbar sind, ergibt dies ein Vermeidungspotenzial von etwa 60 MT CO₂-Äquivalenten.

² https://ec.europa.eu/food/safety/food_waste/eu_actions/eu-platform_en.

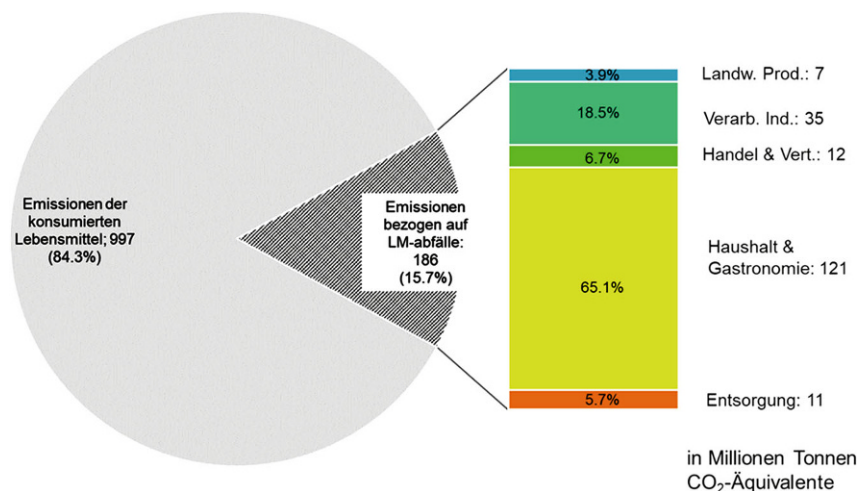


Abb. 4 Treibhausgasemissionen von konsumierten und weggeworfenen Lebensmitteln in der EU und Verteilung der Emissionen aus Sicht des Abfallerzeugers in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten (Scherhauer and Obersteiner 2018)

5.2 Einsparung von Treibhausgasen unter Berücksichtigung der bestmöglichen Verwertung

Die Vermeidung von Lebensmittelabfällen hat höchste Priorität bei Betrachtung der Abfall- bzw. Lebensmittelabfallhierarchie. Aber eine Vermeidung ist aus unterschiedlichen Gründen nicht immer möglich; dies gilt beispielsweise für Rückstände aus der Nahrungsmittelindustrie wie Treber oder Molke oder für Zubereitungsreste von Speisen. Deshalb müssen Lösungen gefunden werden, die nach den Forderungen des Kreislaufwirtschaftspakets „aus Umweltgesichtspunkten das beste Gesamtergebnis“ (Europäische Kommission 2015) erzielen.

Nicht vermeidbare Lebensmittelabfälle können einerseits zur Herstellung von weiteren Zutaten für die Lebensmittelindustrie verarbeitet, als Futtermittel eingesetzt oder weiterverarbeitet, durch Vergärung zur Produktion von Wärme und Elektrizität oder durch Kompostierung zur Produktion von organischem Dünger genutzt werden. Im ungünstigsten Fall landen nicht vermeidbare Lebensmittel aber in der Verbrennung (obwohl der meist hohe Anteil an Feuchtigkeit in diesen Abfällen kontraproduktiv ist) oder sie werden ohne weitere Gewinnung der enthaltenen Energie in der Landwirtschaft ausgebracht. Diese Optionen wurden in REFRESH hinsichtlich Treibhausgasemissionen für bestimmte nicht vermeidbare Abfallfraktionen aus der Lebensmittelindustrie genauer unter-

sucht (Davis et al. 2017; Metcalfe et al. 2018; Östergren et al. 2018). Es wurden jene Abfallfraktionen ausgewählt, die in großen Mengen in der EU anfallen und die ökologisch von Bedeutung sind: Biertreber, Apfeltrester, Molkenpermeat, Blut, Presskuchen aus Raps und Tomatentrester.

Ob eine Behandlungsoption von nicht vermeidbaren Lebensmitteln aus Umweltgesichtspunkten gut oder schlecht ist, ist von vielen Faktoren (bestehende Infrastruktur, Marktbedingungen, verfügbare Menge und Eigenschaften des Materials, Transportwege) abhängig, die oft sehr unterschiedlich sein können. Generelle Aussagen können daher nur bedingt getroffen werden. Zu diesem Zweck wurde in REFRESH das Online-Tool „Forklift“ entwickelt, um die dynamischen Parameter und deren Auswirkungen auf das THG-Potenzial festzustellen. Unter dem Link <https://eu-REFRESH.org/results> kann auf das Tool „Forklift“ zugegriffen werden. Die Dokumentation zum Tool befindet sich in Metcalfe et al. (2018) bzw. Östergren et al. (2018).

Das Tool zeigt, dass die weitere Nutzung oder Verarbeitung als Zutaten für die Lebensmittelindustrie oder als Futtermittel nur dann ökologisch sinnvoll ist, wenn damit ein Produkt ersetzt werden kann, welches höhere Treibhausgasemissionen in der Produktion verursacht. Das Ersatzprodukt ist aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften jedoch nicht immer eindeutig identifizierbar und vor allem bei organischen Materialien im Gegensatz zu anderen

Materialströmen (z. B. Metall, Kunststoff) nicht 100%ig ersetzbar. So kann statt Biertreber als Futtermittel sowohl Mehl aus Rapsamen als auch Mehl aus Sojabohnen eingesetzt werden. Vergleichbare Produkte müssen in jedem Fall nach einer Äquivalenzeinheit wie Protein- oder Energiegehalt angepasst werden. Wird der Materialstrom zur besseren Lagerfähigkeit und damit flexibleren Verwendung als Futtermittel getrocknet, dann kommen zusätzliche Emissionen aufgrund der Bereitstellung von Energie fürs Trocknen hinzu, die das THG-Potenzial erhöhen und dadurch den Spielraum für den ökologischen Vergleich zum Ersatzprodukt reduzieren. Erfolgt die Trocknung allerdings mit erneuerbaren Energien (z. B. durch Bereitstellung von Wärme einer nahe gelegenen Biogasanlage), ist das Gesamtergebnis an klimarelevanten Umweltauswirkungen geringer.

Die Verwendung in Biogasanlagen mit angeschlossenem Blockheizkraftwerk (BHKW) verursacht klimarelevante Methan- und Lachgasemissionen. Die Nutzung des Biogases zur Produktion von Strom und Wärme kann allerdings fossile Energieträger ersetzen. Ist das der Fall, ist diese Option ökologisch von Vorteil. Optimal ist, wenn nicht nur Strom und Wärme genutzt werden können, sondern auch der Gärrest als organischer Dünger eingesetzt und damit Mineraldünger ersetzt werden kann.

Die Verbrennung und die Ausbringung in der Landwirtschaft verursacht zwar geringere Emissionen als beispielsweise die Vergärung oder manche Verarbeitung (insbesondere, wenn Trocknung inkludiert ist), hat aber auch keinen Nutzen (die bodenverbessernde Wirkung von Kompost wurde nicht berücksichtigt, da nur die direkte Ausbringung von unbehandeltem Material betrachtet wurde) und kann damit auch kein anderes Produkt auf dem Markt ersetzen. Sie sind daher nicht von ökologischem Vorteil.

Ergebnisse werden am Beispiel von Apfeltrester in Abb. 5 gezeigt. Als mögliche Ersatzprodukte in der Nahrungsmittelindustrie wurden Gelatine, Pektin oder modifizierte Stärke herangezogen und in der Tierfutterindustrie Heu (mit unterschiedlichem Aufwand bei der Kultivierung). Bei der Vergärung werden Szenarien angeführt, wo ein vergleichsweise „grüner“ Strom-Mix ersetzt wird (Strom-Mix aus Norwegen), sowie ein Strom-Mix mit vorwie-

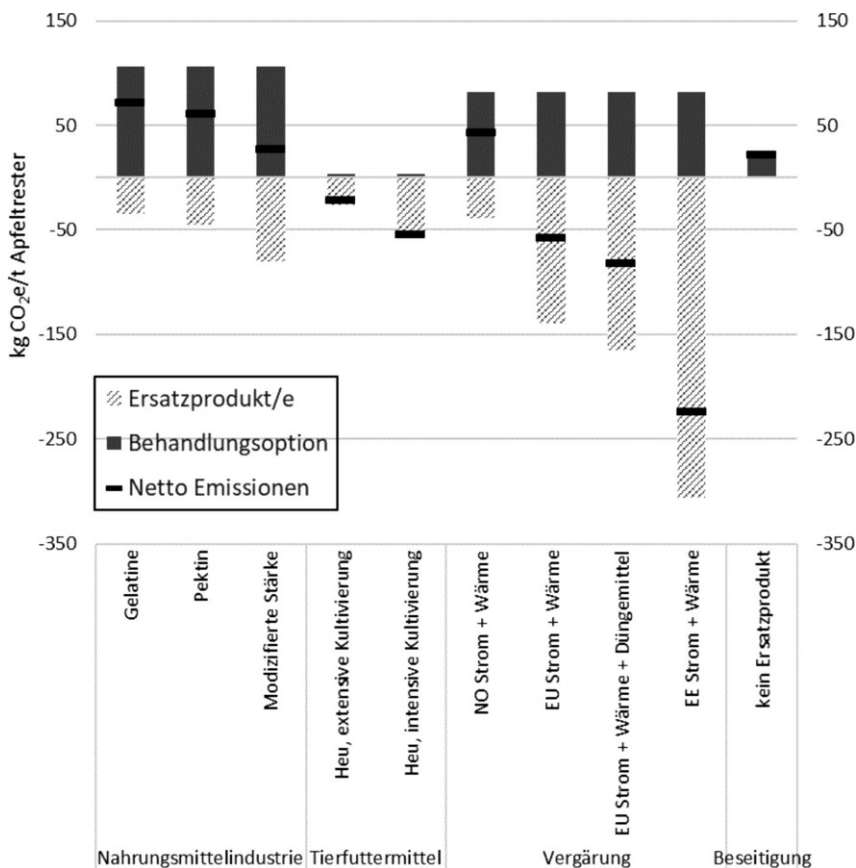


Abb. 5 Treibhausgasemissionen für verschiedene Behandlungsoptionen und Szenarien für mögliche Ersatzprodukte am Beispiel von Apfeltrester

gend fossilen Energieträgern (in diesem Fall Strom-Mix aus Estland). Dazwischen liegen Szenarien, in denen der EU-Durchschnitt herangezogen wird. Die Wärmeabgewinnung in einem BHKW wird ebenfalls berücksichtigt und kann durch Wärme aus Erdgas ersetzt werden. In einem weiteren Szenario wird die zusätzliche Nutzung von Gärrest als Ersatz von Mineraldünger angenommen. Im Beseitigungsszenario wird die Aufbringung am Feld berücksichtigt. Man kann deutlich erkennen, dass die Netto-Emissionen für die Verwendung als Futtermittel (ohne Trocknung!) und für die Vergärung (außer, wenn ein grüner Strom-Mix ersetzt wird) am geringsten werden bzw. in den negativen Bereich rutschen (d.h. Emissionen können eingespart werden). Im Fall vom Apfeltrester ist die Verarbeitung zu Zutaten für die Nahrungsmittelindustrie allerdings emissionsstärker als Ersatzprodukte, was in positiven Netto-Emissionen resultiert.

5.3 Einsparung von Treibhausgasen bei der Bereitstellung von Lebensmittelabfällen aus Handel und Haushalt als Tierfuttermittel

Die Verwendung von Rückständen aus der Lebensmittelindustrie (z. B. stärke- oder zuckerhaltige Rückstände) als Futtermittel ist weit verbreitet und wird in der EU praktiziert. Weitere 2 bis 4 Mio. Tonnen könnten für die Verfütterung an Tiere in Europa verwendet werden (zu Ermgassen et al. 2016) und könnten somit die Verwendung von anderen Futtermitteln wie Soja oder Mais reduzieren. Großes Potenzial besteht in der Nutzung von Lebensmittelverlusten aus dem Handel und KonsumentInnenbereich. Dieser Bereich zur Nutzung als Futtermittel ist allerdings seit der Epidemie der Maul- und Klauenseuche in Großbritannien im Jahr 2001 stark eingeschränkt und in einer Richtlinie 1069/2009 (European Commission 2009) reglementiert. Lebensmittelsicherheit steht an erster Stelle und die Verbreitung von Krankheitserregern wie BSE oder Schweinepest muss verhin-

dert werden. Allerdings gibt es Maßnahmen, um Pathogene zu inaktivieren (z. B. durch Erhitzen auf 70 °C für mind. 30 min, erhitzen auf 80 °C für mind. 3 min), die in anderen Ländern für die Verfütterung von Küchenabfällen an Tiere eingesetzt werden (z. B. Japan, USA). Diese Verfahren wurden im Rahmen von REFRESH genauer untersucht und deren Anwendung im europäischen Raum analysiert und diskutiert (Luyckx et al. 2019).

Der Einsatz des Verfahrens aus Japan und dessen Umweltauswirkungen wurden am Beispiel von Großbritannien und Frankreich in De Menna et al. (2019) abgebildet. Wird das Verfahren aus Japan für den gesamten Lebensmittelabfall aus Handel, Gastronomie und Haushalt zur Verwendung als Futtermittel für Schweine eingesetzt, so ergeben sich folgende Konsequenzen, die in einer ganzheitlichen ökologischen Betrachtung (Abb. 6) mitzubetrachten sind: eine verminderte Produktion von konventionellen Futtermitteln, eine verminderte Menge an Lebensmittelabfällen in der Abfallwirtschaft, eine erhöhte Produktion von Strom, Wärme und Mineraldünger aus anderen Quellen als Lebensmittelabfällen. Für Großbritannien könnten so in etwa 1 MT CO₂-Äqu. eingespart werden. Das THG-Einsparpotenzial für Frankreich ist relativ gesehen geringer als in Großbritannien, da größere Transportwege für das Futtermittel zu bewerkstelligen sind (Schweinezuchtbetriebe befinden sich gehäuft im Norden von Frankreich), absolut gesehen ergibt sich jedoch eine Einsparung von etwa 1.9 MT CO₂-Äqu.

5.4 Einsparung von Treibhausgasen bei verändertem Konsumverhalten bezüglich Fleisch und bei reduzierten Fleischabfällen

Der größte Anteil von Treibhausgasemissionen bei der Herstellung von Nahrungsmitteln entfällt auf tierische Produkte, wie Fleisch, Fisch, Milch/Milchprodukte und Eier. Das ist auf die klimarelevanten Emissionen bei der Tierhaltung zurückzuführen. Kann der Konsum von Fleisch und tierischen Produkten reduziert und infolge auch die Produktionsmenge vermindert werden, können erhebliche ökologische Einsparungen erzielt werden. Dasselbe gilt für die Reduktion von Fleischabfällen. Im Zuge von REFRESH wurde eine Studie für die Fleischproduktion in Deutsch-

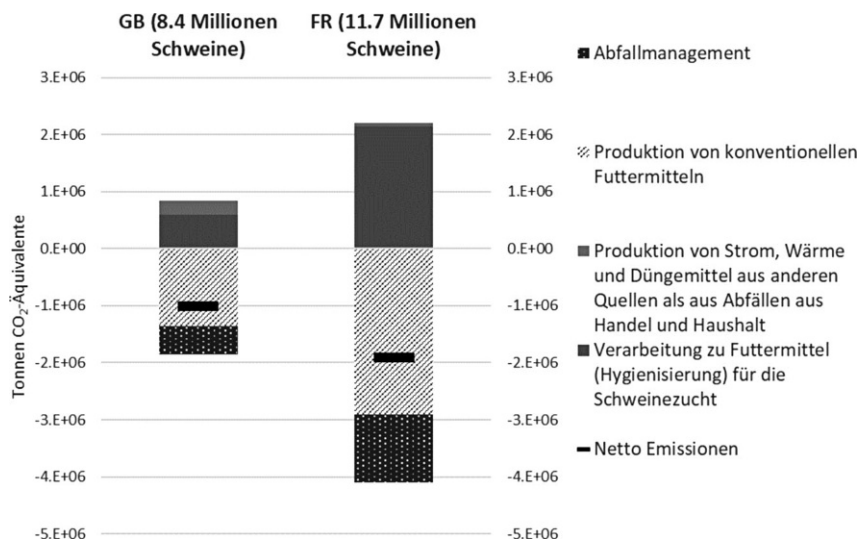


Abb. 6 Treibhausgaseinsparungen, wenn Lebensmittelabfälle aus Handel, Gastronomie und Haushalt als Tierfuttermittel eingesetzt werden können – am Beispiel von Großbritannien und Frankreich nach De Menna et al. (2019)

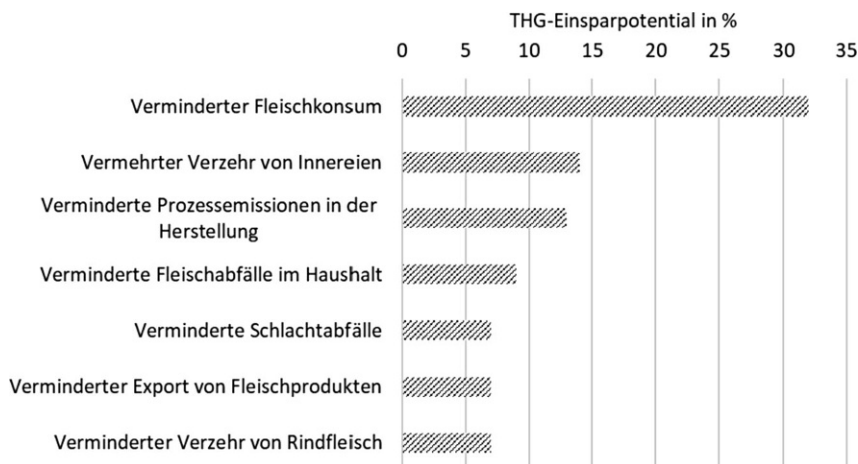


Abb. 7 Szenarien zur Reduktion von Fleischabfällen entlang der Wertschöpfungskette Deutschlands und dessen Potenzial zur Einsparung von Treibhausgasen (THG) nach Xue et al. (2019)

land auf Basis einer konsumbasier- ten Massen- und Treibhausgasbilanz erstellt (Xue et al. 2019). Verschiedene Reduktionsszenarien (für Konsum und Abfälle) und deren Auswirkungen auf die Treibhausgasbilanz wurden getestet. Größtes THG-Einsparpotenzial (siehe Abb. 7) hat der reduzierte Konsum von Fleisch (welcher durch einen vermehrten Verzehr von Sojabohnen und Nüssen ersetzt wird), gefolgt von einem Anstieg an der Nutzung von Innereien für den menschlichen Verzehr (und damit reduzierten Fleischkonsum), Einsparungen bei der Herstellung von Fleisch, reduziertes Vorkommen an Fleisch in Abfällen aus Handel oder

Haushalt und reduzierten Konsum von Rindfleisch (welcher durch Konsum von Geflügel und Schwein ersetzt wird).

6 Diskussion und Ausblick

Lebensmittelabfälle können deutlich reduziert werden, wenn Umsetzungsmaßnahmen auf deren Vermeidung abzielen. Eine Vermeidung im großen Ausmaß kann durch Bewusstseinsbildung und bessere Information, aber vor allem durch Änderung der sozialen Norm auf VerbraucherInnenebene bewerkstelligt werden. Außerdem ermöglicht eine Beseitigung von Barrieren in der Produktions- und Versorgungskette

(z. B. unlautere Handelspraktiken) eine weitere Reduktion von vermeidbaren Lebensmittelabfällen. Freiwillige Vereinbarungen zur Forcierung der Kooperation zwischen Akteuren in der Versorgungskette können ebenfalls unterstützend wirken. Durch eine Änderung in der Verwendung bzw. einer Reduktion von Lebensmittelabfällen kann außerdem ein erheblicher Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden, da Treibhausgase eingespart werden können. Für nicht vermeidbare Lebensmittel gilt es, eine höhere Wertschöpfung zu erzielen, wobei die Lebenszyklus-Emissionen nicht größer sein sollten als die Emissionen des Ersatzprodukts. Aus Sicht der THG-Emissionen ist außerdem die Verwendung als Futtermittel nicht außer Acht zu lassen. Großes Einsparpotenzial zeigt sich bei der Vermeidung von Lebensmittelabfällen auf VerbraucherInnenebene und bei Reduktion des Fleischkonsums.

Im EU-Projekt REFRESH wurden die genannten Handlungsschwerpunkte mit Akteuren auf europäischer Ebene diskutiert sowie weitere Untersuchungen zur technischen oder politischen Umsetzung anhand der Modellregionen Deutschland, Niederlande, Ungarn und Spanien durchgeführt. Neben der Erhebung zu den THG-Emissionen wurden ökonomische Auswirkungen im Lebenszyklus näher analysiert und sozio-ökonomische Aspekte zur Reduktion von Lebensmittelabfällen in mehreren Modellen analysiert. Politische Handlungsempfehlungen können so mit evidenzbasierten Fakten hinterlegt und Leitfäden (sogenannte „Blueprints of Framework of Action“) erstellt werden, damit wirksame Maßnahmen im gemeinsamen Kampf gegen Lebensmittelverschwendung im europäischen Raum und darüber hinaus verbreitet werden können. Diese sogenannten Blueprints sind ab Juni 2019 im Ergebnis-Bereich der Website <https://eu-REFRESH.org/results> verfügbar.

Danksagung Das zugrunde liegende Projekt REFRESH wird vom Forschungsrahmenprogramm Horizon 2020 der Europäischen Kommission unter der Grant Agreement No. 641933 gefördert. Das Institut für Abfallwirtschaft der Universität für Bodenkultur Wien und 25 weitere Partner aus 12 EU-Ländern und China arbeiten unter der Leitung der Universität Wageningen auf das gemeinsame Ziel einer Reduktion von Lebensmittelabfällen und der

Unterstützung einer erhöhten Wertschöpfung aus nicht vermeidbaren Lebensmittelabfällen hin. Dieser Artikel baut auf Projektberichten und Veröffentlichungen des 4-jährigen Projekts auf. Besonderer Dank geht an Hilke Bos-Brouwers von der Universität Wageningen für die Unterstützung beim Verfassen dieses Artikels.

Funding Open access funding provided by University of Natural Resources and Life Sciences Vienna (BOKU).

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die

Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Hinweis des Verlags Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral. ■

Literatur

- Davis, J., De Menna, F., Unger, N., Östergren, K., Loubiere, M., Vittuari, M. (2017): Generic strategy LCA and LCC—Guidance for LCA and LCC focused on prevention, valorisation and treatment of side flows from the food supply chain, Report of Horizon 2020 funded EU project REFRESH.
- zu Ermgassen, E. K. H. J., Phalan, B., Green, R. E., Balmford, A. (2016): Reducing the land use of EU pork production: where there's swill, there's a way. *Food Policy* 58, 35–48.
- Europäische Kommission (2008): Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle.
- Europäische Kommission (2015): Den Kreislauf schließen – Ein Aktionsplan der EU für die Kreislaufwirtschaft, COM(2015) 614 final, Brüssel.
- Europäische Kommission (2018): Richtlinie (EU) 2018/851 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle.
- European Commission (2009): Animal by-products Regulation, Regulation (EC) No 1069/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 laying down health rules as regards animal by-products and derived products not intended for human consumption and repealing Regulation (EC) No 1774/2002.
- FAO (2011): Global food losses and food waste—Extent, causes and prevention.
- Van Geffen, L., Van Herpen, E., Van Trijp, H. (2016): Causes & Determinants of Consumers Food Waste. Project Report of the EU Horizon 2020 REFRESH, Wageningen.
- Van Geffen, L., Van Herpen, E., Van Trijp, H. (2017): Quantified consumer insights on food waste: Pan-European research for quantified consumer food waste understanding. Report of the EU Horizon 2020 REFRESH, D1.4, Wageningen.
- Hietler, P., Pladerer, C. (2017): Abfallvermeidung in der österreichischen Lebensmittelproduktion.
- Kranert, M., Hafner, G., Barabosz, J., Schuller, H., Leverenz, D., Kölblig, A., Schneider, F., Lebersorger, S., Scherhauser, S. (2012): Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland. Universität Stuttgart, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft; Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Abfallwirtschaft, Stuttgart.
- Leach, B., O'Brien, R. (2019): The effects of on-pack storage and consumption guidance on consumer food waste behaviours. Report of EU Horizon 2020 REFRESH. D1.6.
- Lebersorger, S., Schneider, F. (2011): Discussion on the methodology for determining food waste in household waste composition studies. *Waste Manag* 31, 1924–1933.
- Luyckx, K., Bowman, M., Taillard, D., Woroniecka, K. (2019): Technical guidelines animal feed. The safety, environmental and economic aspects of feeding treated surplus food to omnivorous livestock. Report of Horizon 2020 REFRESH. D6.7. Draft 1 for internal revision REFRESH. unpublished.
- De Menna, F., Davis, J., Bowman, M., Brenes Peralta, L., Bygrave, K., Garcia Herrero, L., Luyckx, K., McManus, M.C., Vittuari, M., Van Zanten, H.H.E., Östergren, K. (2019): LCA & LCC of food waste case studies: Assessment of food side flow prevention and valorisation routes in selected supply chains. Report of EU Horizon 2020 REFRESH. D5.5.
- De Menna, F., Vittuari, M., Molari, G. (2015): Impact evaluation of integrated food-bioenergy systems: A comparative LCA of peach nectar. *Biomass and Bioenergy* 73, 48–61.
- Metcalfe, P., Östergren, K., Colin, F., Davis, J., Holtz, E., De Menna, F., Vittuari, M., Garcia Herrero, L., Scherhauser, S., Gollnow, S. (2018): Annexes to Valorisation spreadsheet tools: Documentation. Report of EU Horizon 2020 REFRESH. D6.10.
- Møller, H., Hanssen, O.J., Svanes, E., Hartikainen, H., Silvennoinen, K., Gustavsson, J., Östergren, K., Schneider, F., Soethoudt, H., Canali, M., Politano, A., Gaiani, S., Redlingshöfer, B., Moates, G., Waldron, K., Stenmarck, Å. (2014): Standard approach on quantitative techniques to be used to estimate food waste levels. Report of the project FUSIONS (contract number: 311972) granted by the European Commission (FP7).
- Östergren, K., Gustavsson, J., Bos-Brouwers, H., Timmermans, T., Hansen, O.-J., Møller, H., Anderson, G., O'Connor, C., Soethoudt, H., Quedsted, T., Eastale, 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, Sweden, ISBN 978-91-7290-331-9.
- Östergren, K., Scherhauser, S., De Menna, F., Garcia Herrero, L., Gollnow, S., Davis, J., Vittuari, M. (2018): Simplified LCA & LCC of food waste valorisation. Description of standardised models for the valorisation spreadsheet tool. Report of the EU Horizon 2020 REFRESH. D5.4.
- Parfitt, J., Barthel, M., Macnaughton, S. (2010): Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 365, 3065–3081.
- Piras, S., Garcia Herrero, L., Burgos, S., Colin, F., Gheoldus, M., Ledoux, C., Parfitt, J., Jarosz, D., Vittuari, M. (2018): Unfair Trading Practice Regulation and Voluntary Agreements targeting food waste: A policy assessment in select EU Member States. Report of EU Horizon 2020 REFRESH. Deloitte, La Défense, France.
- Quested, T., Johnson, H. (2009): Household food and drink waste in the UK. WRAP, Banbury.
- Scherhauser, S., Obersteiner, G. (2018): Die Reduktion von Lebensmittelabfällen und ihr Beitrag zum Klimaschutz, in: al., P. (Ed.), *Recy&Depotech 2018*, Montanuniversität Leoben, Leoben, Österreich.
- Scherhauser, S., Moates, G., Hartikainen, H., Waldron, K., Obersteiner, G. (2018): Environmental impacts of food waste in Europe. *Waste Management* 77, 98–113.
- Schmied, E., Mayerhofer, J., Obersteiner, G. (2018): Lebensmittelabfallvermeidung in der Landwirtschaft, in: Pomberger, R. et al. (Hrsg.), *POSTER-Konferenzband zur 14. Recy & Depotech-Konferenz 2018*, Montanuniversität Leoben, Leoben, Österreich.
- Schneider, F., Part, F., Göbel, C., Langen, N., Gerhards, C., Kraus, G. F., Ritter, G. (2019): A methodological approach for the on-site quantification of food losses in primary production: Austrian and German case studies using the example of potato harvest. *Waste Management* 86, 106–113.
- Schneider, F., Part, F., Lebersorger, S., Scherhauser, S., Böhm, K. (2012): Sekundärstudie Lebensmittelabfälle in Österreich, Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Abfallwirtschaft, Wien.
- Stenmarck, Å., Jensen, C., Quedsted, T., Moates, G. (2016): Estimates of European food waste levels. Report of the project FUSIONS (contract number: 311972) granted by the European Commission (FP7). ISBN 978-91-88319-01-2.
- Vanham, D., Bouraoui, F., Leip, A., Grizzetti, B., Bidoglio, G. (2015): Lost water and nitrogen resources due to EU consumer food waste. *Environmental Research Letters* 10, 084008.
- Williams, I., Schneider, F., Syversen, F. (2015): The "food waste challenge" can be solved. *Waste Management* 41 (2015) 1–2.
- WRAP (2016): Guidance for food and drink manufacturers and retailers on the use of food surplus as animal feed.
- Wunder, S., McFarland, K., Hirschnitz-Garbers, M., Parfitt, J., Luyckx, K., Jarosz, D., Younahan, L., Stenmarck, Å., Colin, F., Burgos, S., Gheoldus, M., Cummins, A.C., Mahon, P., Van Herpen, E. (2018): Review of EU policy areas with relevant impact on food waste prevention and valorisation. Report of EU Horizon 2020 REFRESH, D3.3.
- Xue, L., Prass, N., Gollnow, S., Davis, J., Scherhauser, S., Östergren, K., Cheng, S., Liu, G. (2019): The efficiency and carbon footprint of the German meat supply chain. submitted to *Environmental Science & Technology*.