

LEBENSMITTELVERLUSTE IN DER SCHWEIZ: UMWELTBELASTUNG UND VERMEIDUNGSPOTENZIAL

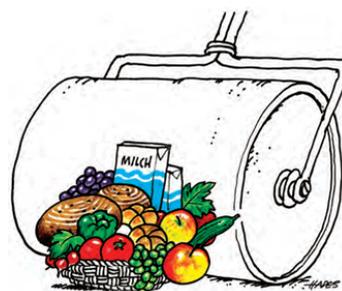


Bild: <http://www.sozialmarkt.at>

Wissenschaftlicher Schlussbericht, Oktober 2019

Claudio Beretta*, Stefanie Hellweg

ETH Zurich

Institut für Umweltingenieurwissenschaften, Gruppe Ökologisches System-Design,

John-Von-Neumann-Weg 9, CH-8093 Zürich

*Tel.: +41 44 633 69 69; e-mail address: cberetta@alumni.ethz.ch

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU).

Sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV).

Su mandato dell'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM).

Commissioned by the Federal Office for the Environment (FOEN).

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU),
Abteilung Wirtschaft & Konsum,
CH-3003 Bern

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Begleitung: Laura Tschümperlin / laura.tschuemperlin@bafu.admin.ch / +41 58 485 07 65

Saskia Sanders/ saskia.sanders@bafu.admin.ch / +41 58 463 03 57

Auftragnehmer

ETH Zürich,
Institut für Umweltingenieurwissenschaften,
Gruppe Ökologisches System-Design,
John-Von-Neumann-Weg 9,
CH-8093 Zürich
<http://www.ifu.ethz.ch/ESD>

Autoren

Claudio Beretta / cberetta@alumni.ethz.ch / +41 79 837 25 75

Stefanie Hellweg / stefanie.hellweg@ifu.baug.ethz.ch / +41 44 633 43 37

„Dieser Bericht wurde im Auftrag des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.“

Zitierung

C. Beretta & S. Hellweg (2019): Lebensmittelverluste in der Schweiz: Mengen und Umweltbelastung. Wissenschaftlicher Schlussbericht, Oktober 2019. ETH Zürich (Download: www.bafu.admin.ch/lebensmittelabfaelle)

Keywords

Lebensmittelabfälle, Food Waste, Ökobilanz

Grafik und Bildquellen

R. Ryser, zeichenfabrik
brief.pt



INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	5
ZUSAMMENFASSUNG.....	6
RÉSUMÉ	7
RIASSUNTO	8
ABKÜRZUNGEN, DEFINITIONEN, BEGRIFFE, EINHEITEN	9
1 EINLEITUNG.....	10
1.1 Ausgangslage	10
1.2 Auftrag & Ziel.....	10
1.3 Wissensstand (Literatur)	11
2 METHODIK.....	11
2.1 Definitionen	11
2.2 Systemgrenze.....	12
2.3 Datengrundlage der Massen- und Energieflussanalyse	13
2.3.1 Lebensmittelkonsum auf Stufe Handel	13
2.3.2 Lebensmittelverluste in der Landwirtschaft	15
2.3.3 Lebensmittelverluste in der Landwirtschaft bei den einzelnen Lebensmittelkategorien	17
2.3.4 Lebensmittelverluste im Handel	20
2.3.5 Lebensmittelverluste in der Verarbeitungsindustrie bei den einzelnen Lebensmittelkategorien	21
2.3.6 Lebensmittelverluste im Detailhandel und in der Gastronomie.....	32
2.3.7 Lebensmittelverluste in Haushalten	33
2.3.8 Lebensmittelverluste pro Kopf und Hochrechnung auf die Schweiz	36
2.3.9 Lebensmittelspenden	37
Datenlücken:	37
2.3.10 Lebensmittelverluste unterwegs	37
2.3.11 Potenzial an ungeernteten Gemüsen und Früchten	37
2.3.12 Überernährung, Übergewicht.....	38
2.3.13 Umwandlungsverluste bei der Verfütterung von Futtermitteln von ackerbaufähigen Flächen	38
2.4 Ökobilanzanalyse	38
2.4.1 Allokation der Umweltauswirkungen	38
2.4.2 Umwelt-Gutschriften für die Verwertung von Lebensmittelverlusten	39
2.4.3 Klimaeffekte.....	39
2.4.4 Umweltbelastungspunkte.....	39
2.4.5 Biodiversitätseffekte aufgrund des Land- und Wasserverbrauchs	39
2.5 Kosten von Lebensmittelabfällen in Haushalten	40
2.6 Lebensmittelkategorien	41
2.7 Unsicherheitsanalyse	41
3 RESULTATE.....	41
3.1 Entsorgungs- und Konsumperspektive: Abgrenzung	41
3.2 Massenflussanalyse.....	44
3.2.1 Übersicht über das Schweizer Ernährungssystem	44
3.2.2 Entsorgung der Lebensmittelverluste.....	44
3.2.3 Verluste aufgeschlüsselt nach Produktkategorien.....	45

3.3	Energieflussanalyse	46
3.3.1	Übersicht über das Schweizer Ernährungssystem	46
3.3.2	Verluste aufgeschlüsselt nach Produktkategorien.....	46
3.4	Umweltauswirkungen der konsumierten und verschwendeten Lebensmittel	48
3.4.1	Umweltbelastungspunkte.....	49
3.4.2	Klimaeffekt.....	55
3.4.3	Biodiversitätseffekte nach Chaudhary et al. (2016).....	57
3.5	Branchenvergleich in der Verarbeitungsindustrie	58
3.6	Wirkungsabschätzung der Reduktion der Lebensmittelverluste nach SDG 12.3	59
3.6.1	Szenariodefinition	59
3.6.2	Mengenmässige Reduktion.....	59
3.6.3	Umweltnutzen	60
3.6.4	Vergleich mit der Umweltb des gesamten Konsums gemäss Frischknecht et al. (2018)	61
3.6.5	Einordnung in die Forschung	61
3.7	Kosten der Lebensmittelabfälle in Schweizer Haushalten	62
4	GRAPHISCHE VISUALISIERUNGEN	64
5	SCHLUSSFOLGERUNGEN	69
6	LITERATURVERZEICHNIS	70
ANHANG		
A	ERGÄNZENDE RESULTATE	75
A.1	Aufschlüsselung nach Stufen der Lebensmittelkette: Vergleich von Masse, Energie, Gesamtumweltbelastung, Biodiversitätseffekt.....	75
A.2	Übersichtstabellen	76

ABSTRACT

Currently, **2.8 million tonnes of avoidable food loss** is occurring across all stages of the Swiss food chain. This equates to around **330 kg of avoidable food waste per person per year**, or 37% of agricultural production (i.e. food produced in Switzerland and abroad for consumption in Switzerland). Approximately 360,000 tonnes of this food waste is generated abroad in the production of food to be consumed in Switzerland. The **nutritional value** of all food losses is estimated at **1,160 kcal** (kilocalories) **per person per day**. This is **33%** of the 3,550 calories available in Switzerland, per person per day, from domestic production and imports.

These avoidable food losses are responsible for an **overall environmental impact of just under 1.2 million eco-points (EPs) per person**. That is equivalent to **25% of Switzerland's entire nutrition-related footprint**, even taking into account the environmental benefits arising from the recycling/recovery of food waste. Such benefits are primarily linked to the substitution of animal feed, electricity, heat and fertiliser and account for almost 0.16 million EPs per person (12% of the environmental impact of producing food that is lost or wasted). **Optimised recovery/recycling of food waste can only generate a fraction of the environmental benefits of avoiding such waste altogether.**

The **climate impacts** of avoidable food waste amount to **just under half a tonne of CO₂ equivalent per person per year**, or 24% of the climate impacts of Switzerland's entire food system. Similarly, when it comes to effects on biodiversity, food losses account for around a quarter of all Switzerland's diet-related impacts. Per person per year, this amounts to 19 µgPDF-eq (global fraction of potentially disappeared species).

The study looks at 25 categories of food, identifying where food is lost or wasted in the value chain and quantifying the environmental impact caused by these losses. Losses of **bread and bakery products** (especially milling losses), cheese (especially the by-product **whey**), **beef** (edible parts for which demand is low) and **fresh vegetables** (especially household waste) **rank highest** in this regard. This information can be used to develop targeted measures to reduce avoidable food waste.

The **Sustainable Development Goal (SDG) 12.3** calls for **halving per capita global food waste** at retail and consumer levels and for reducing food losses in agriculture, trade and the processing industry by 2030. Achieving this goal could reduce the environmental impact of avoidable food losses caused by Swiss consumption **by 39–61%** (460,000–720,000 EPs/person/year). Greenhouse gas emissions could be cut by 190–290 kg of CO₂ equivalent per person and, in terms of the biodiversity footprint, Switzerland's nationwide environmental impact could be lowered by 7–12 µgPDF-eq. The overall environmental impact of nutrition would thus decrease by 10–15% per capita and greenhouse gas emissions by 9–15%.

The **costs of avoidable food waste in Swiss households** amount to **over CHF 600 per person per year**. **Extrapolated to the whole of Switzerland, this equates to more than CHF 5 billion**, not including food losses at other stages of the food chain.

If the SDG 12.3 is to be met, action is needed at all stages of the food chain. Because the environmental impact of food loss is greater at the end of the food chain than at the beginning, measures in households, the catering industry and the retail trade are particularly effective in reducing environmental impacts. Awareness-raising and education measures are key because consumer behaviour and demand can affect not only food waste in households but also losses in the entire food system (e.g. not leaving 'wonky' vegetables on the shelf and buying more whole-grain rather than white-flour products). A combination of individual community and business initiatives, public education and awareness-raising measures, and policy action to change the legal and financial framework in which the food industry operates will increase the likelihood of the SDG 12.3 being met.

ZUSAMMENFASSUNG

Heute fallen über alle Stufen der Schweizer Lebensmittelkette **2.8 Millionen Tonnen vermeidbare Lebensmittelverluste** an. Dies entspricht etwa **330 kg vermeidbarem Lebensmittelabfall pro Person und Jahr** oder 37% der landwirtschaftlichen Produktion (Inland- und Auslandproduktion zur Deckung des Schweizer Lebensmittelkonsums). Rund 360'000 Tonnen davon fallen im Ausland bei der Produktion von in der Schweiz konsumierten Lebensmitteln an. Der **Nährwert** aller Lebensmittelverluste wird auf **1'160 kcal** (Kilokalorien) **pro Person und Tag** geschätzt. Dies entspricht **33%** der 3'550 aus Inlandproduktion und Importen pro Person und Tag in der Schweiz verfügbaren Kalorien.

Diese vermeidbaren Lebensmittelverluste verursachen eine **Gesamtumweltbelastung von knapp 1.2 Millionen Umweltbelastungspunkten (UBP) pro Person**. Das entspricht **25% des Schweizer Fussabdrucks der gesamten Ernährung**. Dabei ist der Umweltnutzen der Verwertung der Lebensmittelverluste bereits berücksichtigt. Dieser ist vorwiegend auf die Substitution von Futtermitteln, Elektrizität, Wärme und Dünger zurückzuführen und macht knapp 0.16 Millionen UBP pro Person aus (12% der Umweltbelastung, die bei der Produktion der verlorenen Lebensmittel entsteht). **Eine optimierte Verwertung von Lebensmittelverlusten kann nur einen Bruchteil des Umweltnutzens generieren, den die Vermeidung von Lebensmittelverlusten mit sich bringt.**

Die **Klimaeffekte** der vermeidbaren Lebensmittelverluste machen **knapp eine halbe Tonne CO₂-Äquivalente pro Person und Jahr** aus, was 24% der Klimaeffekte des ganzen Ernährungssystems der Schweiz entspricht. Auch bei den Biodiversitätseffekten sind die Lebensmittelverluste für rund einen Viertel der Effekte der ganzen Ernährung der Schweiz verantwortlich. Pro Person und Jahr sind dies 19 µgPDF-eq (*global fraction of potentially disappeared species*, globale Artenverlusteinheiten).

Die Studie zeigt für 25 Lebensmittelkategorien, wo in der Wertschöpfungskette Lebensmittel verloren gehen und wie viel Umweltbelastung durch diese Verluste verursacht wird. Die Verluste von **Brot und Backwaren** (insbesondere Müllereiverluste), von Käse (v.a. das Nebenprodukt **Molke**), von **Rindfleisch** (essbare Teile mit geringer Nachfrage) und von **Frischgemüse** (v.a. Verluste in Haushalten) stellen sich als **Spitzenreiter** heraus. Auf dieser Grundlage können gezielte Massnahmen zur Reduktion von Food Waste entwickelt werden.

Das „Sustainable Development Goal“ (SDG) 12.3 sieht die **Halbierung der vermeidbaren Lebensmittelverluste** im Detailhandel, der Gastronomie und in den Haushalten sowie die Verringerung der Verluste in der Landwirtschaft, im Handel und der Verarbeitungsindustrie bis 2030 vor. Eine Umsetzung dieses Ziels könnte die Umweltbelastung der vermeidbaren Lebensmittelverluste, welche durch den Schweizer Konsum verursacht werden, **um 39-61% reduzieren** (460-720'000 UBP/Person/Jahr). Die Treibhausgas-Emissionen könnten um 190-290 kg CO₂-Äquivalente pro Person verringert werden und beim Biodiversitäts-Fussabdruck reduziert sich die schweizweite Umweltbelastung um 7-12 µgPDF-eq. Die Gesamtumweltbelastung der Ernährung würde somit um 10-15% pro Kopf abnehmen und die Treibhausgasemissionen um 9-15%.

Die **Kosten der vermeidbaren Lebensmittelabfälle in Schweizer Haushalten** machen **über 600 CHF pro Person und Jahr** aus. Dies ergibt **hochgerechnet auf die gesamte Schweiz über 5 Milliarden Franken**, wobei Lebensmittelverluste auf anderen Stufen der Lebensmittelkette noch nicht inbegriffen sind.

Um das SDG 12.3 erreichen zu können, sind Massnahmen auf allen Stufen der Lebensmittelkette wichtig. Weil die Umweltbelastung der Lebensmittelverluste am Schluss der Nahrungsmittelkette grösser ist als am Anfang, sind Massnahmen in Haushalten, der Gastronomie und im Detailhandel besonders wirksam zur Einsparung von Umweltbelastungen. Eine Schlüsselfunktion haben Sensibilisierungs- und Bildungsmassnahmen, weil Konsument*innen durch ihr Verhalten und ihre Nachfrage nicht nur die Verluste im eigenen Haushalte beeinflussen können, sondern auch die Verluste im gesamten Ernährungssystem (z.B. indem sie unförmiges Gemüse nicht im Regal liegen lassen und mehr Vollkorn- statt Weissmehlprodukte kaufen). Eine Kombination von individuellen Initiativen aus der Bevölkerung und der Wirtschaft mit öffentlichen Massnahmen zur Bildung und Sensibilisierung sowie mit politischen Massnahmen zur Anpassung der gesetzlichen und finanziellen Rahmenbedingungen der Lebensmittelindustrie erhöht die Chancen, das SDG 12.3 zu erreichen.

RÉSUMÉ

Actuellement, l'ensemble de la filière alimentaire suisse génère **2,8 millions de tonnes de pertes qui pourraient être évitées**, ce qui correspond à **330 kg de déchets alimentaires par habitant et par an** ou à 37 % de la production agricole (productions nationale et étrangère couvrant la demande des consommateurs suisses). Sur ces 2,8 millions de tonnes, environ 360 000 tonnes sont occasionnées à l'étranger par la production des denrées alimentaires consommées en Suisse. La **valeur nutritive** de ces pertes alimentaires est estimée à **1160 kcal** (kilocalories) **par habitant et par jour**, à savoir **33 %** des 3550 calories disponibles en Suisse par habitant et par jour provenant de la production nationale et des importations.

Ces pertes alimentaires évitables génèrent un **impact environnemental global de près de 1,2 million d'unités de charge écologique (UCE) par habitant**, ce qui correspond à **25 % de l'empreinte écologique suisse dans le domaine de l'alimentation**. Ce chiffre tient compte du bénéfice de la valorisation des pertes alimentaires pour l'environnement, qui provient essentiellement de la substitution d'aliments pour animaux, d'électricité, de chaleur et d'engrais, et s'élève à près de 0,16 million d'UCE par habitant (12 % de l'impact environnemental généré lors de la production des denrées alimentaires perdues). **L'optimisation de la valorisation des pertes alimentaires ne constitue qu'une part infime du bénéfice pour l'environnement que représente la limitation même des pertes alimentaires.**

Les pertes alimentaires évitables représentent **près de 0,5 tonne d'équivalents CO₂ par habitant et par an**, ce qui équivaut à 24 % des effets sur le climat dus à l'ensemble de la filière alimentaire suisse. Elles constituent également un quart de l'empreinte biodiversité due au domaine de l'alimentation en Suisse, à savoir 19×10^{-6} d'équivalents gPDF (*global fraction of potentially disappeared species*, part d'espèces potentiellement éteintes) par habitant et par an.

L'étude porte sur 25 catégories de denrée alimentaire et montre les étapes de la chaîne de valeur ajoutée dans lesquelles des pertes sont générées ainsi que l'impact environnemental de ces dernières. Les pertes dans les catégories **pain et pâtisserie** (en particulier dans les moulins), fromage (notamment le **petit lait**, sous-produit), **viande de bœuf** (parties comestibles faiblement demandées) et **légumes frais** (notamment les pertes dans les ménages) sont en **tête de classement**. Ces données permettent de développer des mesures ciblées de réduction des déchets alimentaires.

L'**Objectif de développement durable (ODD) 12.3** prévoit, d'ici à 2030, de **réduire de moitié le volume de déchets alimentaires** dans le commerce de détail, la restauration et les ménages ainsi que de réduire les pertes dans l'agriculture, le commerce et l'industrie de la transformation. La réalisation de cet objectif pourrait réduire **de 39 à 61 %** (460-720 000 UCE par habitant et par an) l'impact environnemental des pertes alimentaires évitables occasionnées par la consommation suisse. Les émissions de gaz à effet de serre pourraient être abaissées de 190 à 290 kg d'équivalents CO₂ par habitant, et l'empreinte biodiversité due à l'impact environnemental suisse pourrait diminuer de 7 à 12×10^{-6} d'équivalents gPDF. L'impact environnemental global dû à l'alimentation pourrait ainsi reculer de 10 à 15 % par habitant, et les émissions de gaz à effet de serre pourraient baisser de 9 à 15 %.

Les **coûts des déchets alimentaires évitables dans les ménages suisses** s'élèvent à **plus de 600 francs par habitant et par an**. **À l'échelle de la Suisse, ces coûts équivalent à plus de 5 milliards de francs**, ce chiffre n'incluant toutefois pas les pertes aux autres étapes de la filière alimentaire.

Or l'atteinte de l'ODD 12.3 nécessite des mesures tout au long de cette filière. Étant donné que l'impact environnemental des pertes alimentaires est plus élevé à la fin de la filière alimentaire qu'au début de celle-ci, les mesures visant les ménages, la restauration et le commerce de détail sont particulièrement efficaces. Les mesures d'éducation et de sensibilisation jouent un rôle clé, car les consommateurs, de par leur comportement et leur demande, ont une influence, non seulement sur les pertes générées dans leurs propres ménages, mais aussi sur les pertes occasionnées tout au long de la filière alimentaire (p. ex. lorsqu'ils ne délaissent pas les légumes difformes et achètent davantage de produits à base de farine complète plutôt que des produits à base de farine blanche). La combinaison d'initiatives individuelles émanant de la population et de l'économie, de mesures des pouvoirs publics d'éducation et de sensibilisation ainsi que de mesures politiques afin d'adapter les cadres légal et financier augmente les chances d'atteindre l'ODD 12.3.

RIASSUNTO

Attualmente, in tutte le fasi della catena alimentare svizzera, si registrano **2,8 milioni di tonnellate di perdite alimentari evitabili** (food waste). Ciò corrisponde a circa **330 kg di rifiuti alimentari evitabili pro capite l'anno** o al 37 per cento della produzione agricola (produzione nazionale ed estera necessaria per coprire il consumo alimentare svizzero). Di queste perdite alimentari, circa 360 000 tonnellate sono generate all'estero per la produzione di alimenti destinati al consumo in Svizzera. Il **valore nutrizionale** di tutte le perdite alimentari è stimato a **1160 chilocalorie (kcal) pro capite al giorno**, pari al **33 per cento** delle 3550 calorie disponibili pro capite al giorno in Svizzera grazie alla produzione interna e alle importazioni.

Queste perdite alimentari evitabili causano un **impatto ambientale totale pari a quasi 1,2 milioni di punti d'impatto ambientale (PIA) pro capite**. Ciò corrisponde al **25 per cento dell'impronta ecologica svizzera dovuta all'alimentazione totale**. I benefici ambientali della valorizzazione delle perdite alimentari sono già stati presi in considerazione: essi sono da ricondurre principalmente alla sostituzione di mangimi, elettricità, calore e concimi e rappresentano quasi 0,16 milioni di PIA pro capite (il 12 % dell'impatto ambientale causato dalla produzione delle derrate alimentari perse). **Una valorizzazione ottimale delle perdite alimentari può generare soltanto una frazione dei benefici ambientali derivanti dalla prevenzione di dette perdite.**

Gli **effetti climatici** delle perdite alimentari evitabili ammontano a **quasi mezza tonnellata di CO₂ equivalenti pro capite all'anno**, il che corrisponde al 24 per cento degli effetti climatici generati dall'intero sistema alimentare della Svizzera. In termini di effetti sulla biodiversità, le perdite alimentari sono responsabili di circa un quarto degli effetti dell'intera catena alimentare svizzera, ossia 19 µgPDF equivalenti (*global fraction of potentially disappeared species*, unità di perdita globale di specie) pro capite all'anno.

Per 25 categorie di alimenti, lo studio illustra dove si verificano le perdite di cibo nella catena di valore e quanto inquinamento ambientale è causato da dette perdite. Le perdite di **pane e prodotti da forno** (in particolare le perdite di macinazione), **formaggio** (soprattutto il siero, un sottoprodotto del latte), **carne bovina** (parti commestibili a bassa domanda) e **verdure fresche** (in particolare le perdite nelle economie domestiche) occupano i **primi posti della classifica**. Su questa base, possono essere sviluppate misure mirate per ridurre le perdite alimentari evitabili.

L'**obiettivo di sviluppo sostenibile (Sustainable Development Goal, SDG) 12.3** prevede di **dimezzare le perdite alimentari evitabili** nel commercio al dettaglio, nella gastronomia e nelle economie domestiche come pure di ridurre le perdite nell'agricoltura, nel commercio e nell'industria di trasformazione entro il 2030. La realizzazione di questo obiettivo potrebbe **ridurre del 39-61 per cento circa** (460-720 000 PIA pro capite/anno) l'impatto ambientale delle perdite alimentari evitabili causate dal consumo svizzero. Le emissioni di gas serra potrebbero essere ridotte di 190-290 kg di CO₂ equivalenti pro capite e, per quanto concerne l'impronta sulla biodiversità, l'impatto ambientale in Svizzera si ridurrebbe di circa 7-12 µg PDF equivalenti. In tal modo, l'impatto ambientale globale dovuto all'alimentazione scenderebbe del 10-15 per cento pro capite e le emissioni di gas a effetto serra del 9-15 per cento.

Il costo delle perdite alimentari evitabili generato dalle economie domestiche svizzere supera i 600 franchi pro capite all'anno che, estrapolato escludendo le perdite alimentari in altre fasi della catena alimentare, corrisponde a **oltre 5 miliardi di franchi per l'intera Svizzera**.

Per raggiungere il SDG 12.3 occorre adottare misure in tutte le fasi della catena alimentare. Poiché l'impatto ambientale delle perdite alimentari alla fine della catena alimentare è maggiore che all'inizio della stessa, le misure adottate nelle economie domestiche, nella gastronomia e nel commercio al dettaglio sono particolarmente efficaci per ridurre gli impatti ambientali. Le misure di sensibilizzazione e di formazione svolgono un ruolo chiave, in quanto attraverso il loro comportamento e la loro domanda i consumatori possono influenzare le perdite sia nelle proprie economie domestiche sia nell'intero sistema alimentare (p. es. non lasciando verdura informe sugli scaffali e acquistando più prodotti a base di farina integrale anziché bianca). Una combinazione di iniziative individuali della popolazione e dell'economia, unite a misure pubbliche per la formazione e la sensibilizzazione e a misure a livello politico volte ad adeguare le condizioni quadro giuridiche e finanziarie dell'industria alimentare aumenta le possibilità di raggiungere il SDG 12.3.

ABKÜRZUNGEN, DEFINITIONEN, BEGRIFFE, EINHEITEN

Abkürzungen

a	annum (lat.: Jahr)
BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFE	Bundesamt für Energie
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
FW	Food Waste
P	Person
ZHAW	Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften

Einheiten

t	Tonnen	Masseneinheit
kg	Kilogramm	Masseneinheit
kcal	Kilokalorien	Nährwert (verdauliche Energie für Menschen)
CO ₂ -eq	Kohlendioxid-Äquivalente, Treibhausgas-Äquivalente	Mass für die Treibhausgasemissionen (Klimaeffekt) (IPCC, 2013)
UBP	Umweltbelastungspunkte	Einheit der Ökobilanz-Bewertungsmethode der „ökologischen Knappheit“/“ecological scarcity 2013“ (Frischknecht et al., 2013) -> Kapitel 2.4.4
gPDF-eq	global fraction of potentially disappeared species	Einheit zur Quantifizierung der Effekte auf die globale Biodiversität (Chaudhary et al., 2016)

Definitionen (siehe auch Kapitel 2.1)

Lebensmittelkette	System , durch welches Lebensmittel vom Produzenten bis zum Endkonsumenten fliessen. Das System besteht aus den Stufen <i>Landwirtschaftliche Produktion und Fischerei, Verarbeitung, Gross- und Detailhandel, Gastronomie und private Haushalte</i> .
Lebensmittelverluste (LMV, engl. food losses)	Gesamtheit der für den menschlichen Verzehr bestimmten Lebensmittel , welche nicht durch Menschen verzehrt werden. Somit zählen unessbare Teile und Lebensmittel, die anderweitig als Rohstoffe oder Futtermittel genutzt werden, ebenfalls als Lebensmittelverluste. Nicht dazu gehören aber Futtermittel und organische Rohstoffe, welche von vornherein nicht für den menschlichen Verzehr gedacht waren. In diesem Bericht liegt der Fokus im Hinblick auf die „Sustainable Development Goals“ auf den vermeidbaren Verlusten. Deshalb wird in dieser Studie der Begriff Lebensmittelverluste einfachheitshalber für vermeidbare Lebensmittelverluste gebraucht. Damit keine Missverständnisse entstehen, werden unvermeidbare Verluste explizit als unvermeidbar genannt.
Lebensmittelabfälle (Food Waste)	In diesem Bericht grundsätzlich als Synonym für Lebensmittelverluste verwendet, weil die Unterscheidung zu Lebensmittelverlusten in der Literatur nicht immer eindeutig ist. In der Regel wird der Begriff Lebensmittelabfall aber nicht für Lebensmittelverluste verwendet, welche noch als Rohstoffe für eine höherwertige Verwendung z.B. als Futtermittel oder Grundstoff für die Pharmaindustrie genutzt werden (könnten).
Vermeidbare Lebensmittelverluste	Essbare Teile von Lebensmittelverlusten, welche nach aktuellem Stand der Technik vermeidbar wären.
Unvermeidbare Lebensmittelverluste	Teile von Lebensmitteln, welche nicht essbar sind oder in unserer Kultur von einer überwiegenden Mehrheit nicht als essbar betrachtet werden. Zudem beinhalten sie Verluste, welche nach dem heutigen Stand der Technik nicht vermeidbar wären (z.B. Rückstände beim Putzen einer Pasta-Produktionsanlage). (mehr siehe Kapitel 2.1)

Begriffe

Ecoinvent	Ökobilanz-Datenbank, initiiert durch diverse Forschungsinstitutionen (ETH Zürich, EPFL, Agroscope, PSI, EMPA...) (www.ecoinvent.org)
Entsorgungs-, Länder-, Territorialperspektive	Betrachtungsweise, in welcher ein Prozess (im Falle dieses Berichtes die Entsorgung und Verwertung von Lebensmittelverlusten) innerhalb der Systemgrenze eines Landes untersucht wird.
Konsumperspektive	Betrachtungsweise, in welcher ein Prozess (im Falle dieses Berichtes die Entsorgung und Verwertung von Lebensmittelverlusten) innerhalb der Systemgrenze des Konsums eines Landes untersucht wird. Dies bedeutet, dass ausländische Versorgungsketten (importierte Produkte) mitberücksichtigt werden, nicht aber inländische Produktionsketten von Exportprodukten .
SimaPro	Ökobilanz-Software (http://www.pre-sustainability.com/simapro)
Umweltbelastung, Gesamtumweltbelastung -> Details siehe Kapitel 2.4.4	...wird in diesem Bericht verwendet für Umwelteffekte, die mit der Methode der ökologischen Knappheit angegeben werden (Umweltbelastungspunkte).

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage

Die absoluten Mengen an vermeidbaren und unvermeidbaren Lebensmittelverlusten (Food Waste) der 5 Stufen der Lebensmittelkette und deren Aufteilung nach Verwertungsweg in der Schweiz wurden in fünf Studien, die das BAFU an Ökomobil und die ZHAW zwischen 2013 und 2018 in Auftrag gegeben hat, sowie in der Dissertation von Claudio Beretta an der ETH, welche vom BAFU hauptfinanziert wurde, untersucht. Auf der Fachseite des BAFU wurde im Mai 2019 eine Zusammenstellung der Resultate von fünf Studien in einer Entsorgungsperspektive publiziert. Die entsprechenden Zahlen beziehen sich auf die Verluste, welche in der Schweiz anfallen. Für die Sensibilisierung von Konsumierenden und Akteuren der Lebensmittelkette ist es jedoch sinnvoll auch die im Ausland anfallenden Verluste von Importprodukten sowie die Umweltauswirkungen zu berücksichtigen. Dafür müssen die Food Waste-Mengen aus den ZHAW Studien mit Daten aus der Import-/Exportstatistik ergänzt werden. Da ein Grossteil der in der Schweiz konsumierten Lebensmittel aus dem Ausland stammt, kann so das gesamte Versorgungssystem des Schweizer Lebensmittelkonsums erfasst werden. Die Datengrundlage für die Food Waste-Mengen bilden die in der Schweiz durchgeführten Erhebungen mit Ergänzung von ausländischen Untersuchungen, um Datenlücken zu schliessen und die Zuverlässigkeit zu erhöhen. Basierend auf diesen Food Waste Mengen sollen die Umweltauswirkungen von vermeidbaren Lebensmittelverlusten berechnet werden.

1.2 Auftrag & Ziel

Im Jahr 2015 hat die Schweiz gemeinsam mit mehr als 190 Staaten die UN-Agenda 2030 für eine nachhaltige Entwicklung verabschiedet. Damit ist auch die Schweiz aufgefordert, bis 2030 die Nahrungsmittelverluste pro Kopf auf Einzelhandels- und Verbraucherebene zu halbieren und die entstehenden Nahrungsmittelverluste entlang der Produktions- und Lieferkette zu verringern (Ziel 12.3)¹.

Das BAFU hat das Institut für ökologisches Systemdesign der ETH Zürich, welches bereits Studien zu den Mengen, Umwelteffekten und dem Reduktionspotenzial von Lebensmittelverlusten in der Schweiz publiziert hat, beauftragt, die Umweltauswirkungen der Lebensmittelverluste entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu quantifizieren.

Das erste Ziel dieses Projektes ist, die wissenschaftlichen Grundlagen zu den Mengen an Lebensmittelverlusten in der Schweiz und ihren Importländern zusammenzustellen. Die Resultate sollen von einer Perspektive her betrachtet werden, welche Lebensmittelimporte berücksichtigt und ein umfassendes Bild der durch die Schweizer Ernährung verursachten Lebensmittelverluste gibt (Kapitel 3.2 und 3.3). Zudem wird der Food Waste quantifiziert, welcher innerhalb der Schweizer Grenzen anfällt (Entsorgungsperspektive).

Das zweite Ziel dieses Projektes ist eine Abschätzung des Umweltnutzens, den die Erreichung des SDG 12.3 mit sich bringen würde, gegenüber den Umweltauswirkungen der heutigen Lebensmittelverluste (Kapitel 3.6). Die Resultate werden in Relation zu den Umweltauswirkungen der Ernährung und der Gesamtumweltbelastung des Schweizer Konsums gestellt.

Als Indikatoren für die mengenmässigen Lebensmittelabfälle sollen „Masse Frischsubstanz“ sowie „Nährwert“ total und pro Einwohner quantifiziert werden und als Umweltindikatoren der aggregierte Indikator Gesamtumweltbelastung („UBP“, Umweltbelastungspunkte) nach der Methode der ökologischen Knappheit (Frischknecht et al., 2013) sowie die Umweltwirkungen „Klimaeffekt“ und „Biodiversitätsverlust“. Die Resultate sollen zudem in den Kontext des Gesamtumweltfussabdruckes der Schweiz gestellt und darin interpretiert werden (Frischknecht et al., 2018) (Kapitel 3.6.4).

Ein drittes Ziel ist die Abschätzung der Kosten der vermeidbaren Lebensmittelabfälle in einem mittleren Schweizer Haushalt (pro Person und Jahr) (Kapitel 3.7).

¹ Dokumentation der Sustainable Development Goals: <https://www.eda.admin.ch/agenda2030/de/home/agenda-2030/die-17-ziele-fuer-eine-nachhaltige-entwicklung.html>

1.3 Wissensstand (Literatur)

In den letzten Jahren wurde eine zunehmende Anzahl von Studien zum Thema Food Waste publiziert. Der Stand der Literatur wird ausführlich diskutiert in der Dissertation „Environmental Assessment of Food Losses and Reduction Potential in Food Value Chains“ (Beretta, 2018). Seit deren Publikation im Dezember 2018 wurden einige weitere Studien publiziert, welche eine breiter abgestützte Quantifizierung der Lebensmittelverluste ermöglichen und daher in diesem Bericht zusätzlich zur Datengrundlage der Dissertation berücksichtigt werden. Dazu gehören eine Studie zur Abschätzung der Verluste in der Schweizer Landwirtschaft aufgrund von Interviews und statistischen Daten (Baier et al., 2017), eine Studie zur Quantifizierung der von Schweizer Haushalten im Grüngut entsorgten Lebensmittelabfälle (Hüsch et al., 2018), eine Studie zum Vergleich einer umfragebasierten Erhebung der Lebensmittelabfälle in Haushalten mit Sortieranalysen (Delley and Brunner, 2018), eine Studie zu Verlusten in der Fleischverarbeitung in Frankreich (Redlingshöfer et al., 2019), eine Studie zu Verlusten von Früchten und Gemüsen in der österreichischen Landwirtschaft (Hrad et al., 2016) sowie eine Studie über die Einteilung von vermeidbaren und unvermeidbaren Lebensmittelverlusten aufgrund von Umfragen bei Konsumierenden in England (Nicholes et al., 2019).

2 METHODIK

2.1 Definitionen

In der Literatur werden **Lebensmittelverluste** (abgekürzt **LMV**, engl. **food losses**) verschieden definiert. Die in diesem Bericht verwendete Definition bezieht sich auf die Gesamtheit der für den menschlichen Verzehr bestimmten Lebensmittel, welche nicht durch Menschen verzehrt werden. Somit zählen unessbare Teile und Lebensmittel, die anderweitig als Rohstoffe oder Futtermittel genutzt werden, ebenfalls als Lebensmittelverluste. Nicht dazu gehören aber Futtermittel und Biorohstoffe, welche von vornherein nicht für den menschlichen Verzehr gedacht waren.

Lebensmittelabfälle (Food Waste) werden teilweise in der Literatur zur Bezeichnung von Lebensmittelverlusten verwendet, welche am Schluss der Lebensmittelkette anfallen (Gustavsson and Cederberg, 2011). In diesem Bericht werden sie aber als Synonym für Lebensmittelverluste verwendet, weil die Unterscheidung nicht immer eindeutig ist und weil auch am Anfang der Lebensmittelkette Lebensmittelverluste entstehen können, welche je nach Ursache den Charakter von „Verschwendung“ und je nach Entsorgungsart den Charakter von „Abfällen“ haben. Grundsätzlich verwenden wir aber den Begriff Lebensmittelabfall nicht für Lebensmittelverluste, welche als Rohstoffe für eine höherwertige Verwendung z.B. als Futtermittel oder Grundstoff für die Farmaindustrie genutzt werden (können).

Lebensmittelverluste werden gemäss Quested and Johnson (2009) in folgende drei Gruppen unterteilt:

- 1) **Verteilverluste** beziehen sich auf alle Lebensmittelverluste, welche bei einer optimalen Verteilung vom Produzenten zum Konsumenten nicht anfallen würden. Dazu gehören beispielsweise zu lange oder falsch gelagerte Lebensmittel, Produkte mit abgelaufenem Datum, Produktionsüberschüsse etc. Zum Zeitpunkt der Entsorgung nicht mehr essbare Lebensmittel, welche aber zu einem früheren Zeitpunkt essbar gewesen sind, gehören ebenfalls dazu.
- 2) **Präferenzverluste** (engl. **possibly avoidable food waste**) beinhaltet alle Lebensmittelverluste, welche gewisse Leute aufgrund ihrer Vorlieben (Präferenzen) essen und andere nicht (z.B. Apfelschalen, Pizzarand) oder welche bei gewissen Zubereitungsmethoden essbar sind und bei anderen nicht (z.B. Kartoffelschale, Broccolistengel). Verluste aufgrund von kosmetischen Normen gehören ebenfalls dazu (z.B. gefingerte Karotten, krumme Gurken).
- 3) **Unvermeidbare Verluste** (engl. **unavoidable food waste**) umfasst alle Teile von Lebensmitteln, welche nicht essbar sind oder in unserer Kultur von einer überwiegenden Mehrheit nicht als essbar betrachtet werden. Zudem beinhalten sie Verluste, welche nach dem heutigen Stand der Technik nicht vermeidbar wären (z.B. Rückstände beim Putzen einer Pasta-Produktionsanlage). Die Abgrenzung von unvermeidbaren Lebensmittelverlusten ist in vielen Fällen nicht eindeutig und Ermessenssache. In diesem Bericht lehnen wir uns an die Einteilung von essbaren und unessbaren Teilen von Lebensmitteln, welche von Nicholes et al. (2019) aufgrund von Interviews mit EngländerInnen vorgenommen wurde. Dabei wurden die Leute für eine Anzahl von Lebensmittelteilen befragt, ob sie diese mehrheitlich konsumieren so-

wie ob sie diese für essbar halten. Die Einteilung wurde entsprechend der Mehrheit der Bevölkerung vorgenommen. Die unessbaren Teile werden dementsprechend als *unvermeidbare Verluste* klassifiziert. Die essbaren Teile werden grundsätzlich als *vermeidbar* eingeteilt. Ausnahmen bilden beim aktuellen Stand der Technik nicht mit angemessenem Aufwand vermeidbare Verluste (z.B. Spülverluste beim Reinigen von Verarbeitungsanlagen) (Beretta, 2018).

Verteilverluste und Präferenzverluste werden als **vermeidbare Verluste** (engl. **avoidable food waste**) zusammengefasst. In diesem Bericht liegt der Fokus im Hinblick auf die „Sustainable Development Goals“ auf Verminderung von Lebensmittelverlusten und daher auf den vermeidbaren Verlusten. Deshalb wird in dieser Studie der Begriff Lebensmittelverluste einfachheitshalber für vermeidbare Lebensmittelverluste gebraucht. Damit keine Missverständnisse entstehen, werden unvermeidbare Verluste explizit als unvermeidbar genannt. Dies entspricht insbesondere der Verwendung des Begriffs in Zeitschriften und der Umgangssprache, wo oft das Adjektiv „vermeidbar“ einfachheitshalber weggelassen wird. Zudem wird der Begriff „Food Waste“ teilweise auch in der Literatur zur Bezeichnung von vermeidbaren Verlusten verwendet, beispielsweise bei der FAO-Studie Gustavsson and Cederberg (2011).

Der Begriff **Lebensmittelverschwendung** bezieht sich ebenfalls auf die vermeidbaren Verluste. Er ist jedoch mehr normativ und sollte dann benutzt werden, wenn die Verschwendung von Ressourcen betont werden soll.

Einige wissenschaftliche Studien bezeichnen für den menschlichen Verzehr produzierte Lebensmittel, welche an Tiere verfüttert werden, nicht als Lebensmittelabfälle (Östergren et al., 2014, Gillick and Quedsted, 2018). Sie begründen es meist damit, dass die Nährstoffe wieder zurück in die Nahrungsmittelkette fließen und somit Futtermittel ersetzt wird. In diesem Bericht werden an Tiere verfütterte Lebensmittel aber als Lebensmittelverluste mitberücksichtigt, weil sie gegenüber der Verwendung als Lebensmittel meist eine ökologische Ineffizienz darstellen (beispielsweise der verschwendete Energieaufwand, um aus Getreide Brot zu backen). Bei der Betrachtung der Umweltauswirkungen erfolgt automatisch eine Gewichtung, indem für substituierte Produkte wie Futtermittel ökologische Gutschriften angerechnet werden (siehe Kapitel 2.4).

Weitere Definitionen sind im Kapitel „Abkürzungen, Definitionen, Begriffe, Einheiten“ am Anfang dieses Berichtes zu finden.

2.2 Systemgrenze

Als Referenzjahr wurde das Jahr 2017 gewählt, weil dazu bereits statistische Daten zum Lebensmittelkonsum verfügbar sind. Die Daten zur Quantifizierung der Lebensmittelabfälle stammen aus verschiedenen Jahren, vorwiegend zwischen 2011 und 2018. Grundsätzlich wurden neuere Daten bevorzugt oder Daten aus mehreren Jahren gemittelt, falls dadurch die Zuverlässigkeit der Resultate erhöht werden konnte. Für die ganze Schweiz hochgerechnete Daten wurden proportional zum Bevölkerungswachstum an das Referenzjahr angepasst (Abfallmengen im Detailhandel und der Gastronomie (Baier and Deller, 2014) und Kehrrichtsackanalyse (BAFU, 2014).

In Kapitel 3.1 werden die innerhalb der Schweizer Grenze anfallenden Lebensmittelverluste quantifiziert (Entsorgungs- oder Territorialer Länderperspektive); die nachfolgenden Kapitel beziehen sich auf die Konsumperspektive, welche die gesamte Versorgungskette des Schweizer Lebensmittelkonsums, inklusive Importe berücksichtigt (genauere Beschreibung der beiden Perspektiven in 3.1).

2.3 Datengrundlage der Massen- und Energieflussanalyse

2.3.1 Lebensmittelkonsum auf Stufe Handel

Der mittlere Pro-Kopf Konsum auf Stufe Handel gemäss der statistischen Erhebungen und Schätzungen des Schweizer Bauernverbandes (SBV, 2014, SBV, 2019) wurde aus den zwei Jahren 2016 und 2017 gemittelt (Tabelle 1), um allfällige Ausreisser zu verringern. Die Gesamtmengen für die Schweiz beziehen sich auf die Bevölkerung im Referenzjahr 2017 (8'482'152 Einwohner). Die in den nachfolgenden Kapiteln hergeleiteten Food Waste-Raten werden in einer Massenflussanalyse auf die genannten Konsummengen auf Stufe Handel (Input in Haushalte und Gastronomie) angewendet. Das bedeutet, dass die Verluste auf Stufe Haushalt und Gastronomie von den Konsummengen nach SBV-Statistik abgezogen werden, um die Menge an verzehrten Lebensmitteln zu berechnen. Die Verluste auf den Stufen Handel, Verarbeitung und Landwirtschaft werden dazu addiert, um die Produktionsmengen abzuschätzen.

Tabelle 1: Lebensmittelkonsum in der Schweiz auf Stufe Handel aufgrund der statistischen Erhebungen und Schätzungen des Schweizer Bauernverbandes für die Jahre 2016 und 2017 in Kilojoule pro Person und Tag und in Kilo pro Person und Jahr.

	kj/p/d		kg/p/J	
	2016	2017	2016	2017
Getreide	2553	2631	87.7	90.4
Hartweizen	388	409	14.8	15.5
Weichweizen	1663	1713	55.7	57.3
Dinkel, Emmer, Einkorn	56	66	2	2.3
Roggen	30	36	1.1	1.3
Gerste	33	37	1.6	1.8
Hafer	53	59	3.3	3.6
Mais	62	56	2.4	2.1
Reis	249	236	6.3	5.9
Getreide a.n.g. und allgemein	18	19	0.6	0.6
Kartoffeln etc.	308	276	48.4	43.0
Kartoffeln	298	265	47.4	42.0
Andere Wurzeln und Knollen	10	11	0.9	1.0
Stärken	123	134	3.1	3.4
Weizenstärke	93	107	2.3	2.7
Stärke a.n.g. und allgemein	30	27	0.8	0.7
Zucker	1737	1880	37.9	40.9
Saccharose	1378	1517	30.1	33.1
Andere Zucker	338	336	7.3	7.2
Zuckeraustauschstoffe	-19	-23	-0.7	-0.9
Honig	40	50	1.1	1.4
Hülsenfrüchte	30	35	1.1	1.2
Nüsse	268	282	8.1	8.4
Hasel- und Baumnüsse	111	117	3.5	3.7
Mandeln	72	71	2.1	2.1
Kastanien	7	7	0.5	0.5
Nüsse a.n.g. und allgemein	78	87	1.9	2.2
Ölfrüchte	142	150	3.9	4.1
Erdnüsse	45	48	0.9	0.9
Soja	15	15	0.5	0.6
Ölfrüchte a.n.g. und allgemein	82	87	2.5	2.6
Gemüse	230	231	102.7	102.9
Wurzel- und Knollengemüse	41	40	15	14.7
Alliumartiges Gemüse	33	33	9.6	9.5
Kohlgemüse	17	18	9.3	9.7
Salatartiges Blattgemüse	17	17	13	12.8
Anderes Blatt- und Stängelg.	8	9	4.7	4.8
Fruchtgemüse	76	77	39.3	40.0
Leguminosen	16	16	3	3.1
Pilze	4	4	2.4	2.4
Gemüse a.n.g. und allgemein	18	17	6.4	6.0
Früchte	549	551	115.9	115.4
Kernobst	135	138	26.8	27.3
Äpfel		112		22.3
Steinobst	47	46	10.2	10.0
Beeren und Kiwis	32	32	7.3	7.1
Trauben	52	52	7.7	7.7
Bananen	76	78	10.8	11.1
Zitrusfrüchte	131	127	38.6	37.7
Tropische und subtropische Früchte	72	74	13.4	13.6
Früchte allgemein	6	5	1	0.9

Stimulantien	475	481	11.2	11.0
Kaffee	147	136	4.8	4.3
Kakao	296	313	5.7	6.0
Tee	32	32	0.7	0.7
Gewürze	20	25	0.7	0.8
Pflanzliche Fette	1797	1822	17.5	17.7
Rapsöl	422	432	4.1	4.2
Sonnenblumenöl	580	613	5.6	6.0
Palmöl	316	343	3.1	3.4
Olivienöl	178	175	1.7	1.7
Pflanzliche Fette a.n.g.	194	205	1.9	2.0
Pflanzliche Fette allgemein	107	54	1.1	0.5
Verschiedenes	2	-1	2.8	2.9
Fleisch	1208	1203	49.2	48.7
Rind	198	196	10.9	10.8
Kalb	37	36	2.4	2.3
Schwein	741	744	23	23.0
Schaf	24	24	1.1	1.1
Ziege	1	1	0.1	0.1
Pferd	5	4	0.4	0.4
Geflügel	190	186	10.5	10.4
Kaninchen	3	3	0.2	0.2
Wild	8	8	0.5	0.5
Fleisch a.n.g. und allgemein	1	1	0.1	0.1
Eier	167	168	11.9	12.0
Hühnereier	166	168	11.9	12.0
Eier a.n.g.	0	0	0	0.0
Fische	104	101	7.9	7.5
Süsswasserfische	43	41	2.7	2.5
Salzwasserfische	50	49	3.7	3.6
Krebs- und Weichtiere, Meerestiere a.r	11	11	1.5	1.4
Milch	1847	1836	240.9	238.8
Konsummilch	407	399	53.2	52.0
Quark	27	23	3.5	3.0
Frischkäse	138	145	18.1	18.8
Weichkäse	60	59	7.9	7.6
Halbhartkäse	257	263	33.6	34.3
Hartkäse	171	179	22.3	23.4
Rahm	244	243	31.9	31.7
Jogurt	114	121	14.4	15.2
Frischmilchprod. und Prod. in Speiseeis	74	67	9.7	8.7
Dauermilchwaren, Milchproteinprod.	355	337	46.4	43.9
Tierische Fette	471	452	5.4	5.2
Butter	449	440	5.2	5.1
Andere tierische Fette	21	12	0.2	0.1
Nahrungsmittel	12630	12854	844.9	843.1

2.3.2 Lebensmittelverluste in der Landwirtschaft

Die Lebensmittelverluste in der Landwirtschaft werden, wie in den nachfolgenden Abschnitten beschrieben, für einzelne Produktkategorien aufgrund von verschiedenen Quellen aus dem In- und Ausland quantifiziert. Die daraus resultierenden vermeidbaren Verluste, welche in der Produktion der in der Schweiz konsumierten Lebensmittel entstehen, betragen 530'000 Tonnen (Schätzung 1).

Baier et al. (2017) schätzen die vermeidbaren Verluste in der Schweizer Landwirtschaft aufgrund von Interviews und statistischen Daten auf rund 200'000 Tonnen Frischsubstanz (Abbildung 1). Gemäss der aktualisierten Modellierung nach Beretta et al. (2017), bei der Verlustraten für 33 Lebensmittelkategorien gemäss der in den nachfolgenden Kapiteln dokumentierten Quellen abgeleitet werden, entstehen 65% der landwirtschaftlichen Verluste, welche bei der Produktion der in der Schweiz konsumierten Lebensmittel anfallen, im Ausland. Die Modellierung berücksichtigt den Importanteil von 33 Lebensmittelkategorien im Bezugsjahr 2012 und nimmt jeweils an, dass die Verlustraten im In- und Ausland gleich sind. Nicht inbegriffen in den 35% Verlusten, die in der inländischen Landwirtschaft anfallen, sind Verluste bei der Produktion von Exportprodukten. Diese werden aber auf wenige Prozent des Konsums geschätzt (Kapitel 3.1) und betreffen vorwiegend Milchprodukte, bei denen auf Stufe Landwirtschaft sehr wenige Verluste anfallen. Sie werden daher vernachlässigt. Somit ergeben sich Verluste von ca. 370'000t, die in der ausländischen Produktion von in der Schweiz konsumierten Waren anfallen (Abbildung 1), und ein Total von 570'000t (Schätzung 2).

Die Schätzung 2 von Baier et al. (2017) passt von der geografischen Systemgrenze besser, während dem die Schätzung 1 aufgrund der nachfolgenden Quellen von der Anzahl berücksichtigter Studien und vom Detaillierungsgrad her besser abgestützt ist. Daher wird in diesem Bericht für die **vermeidbaren landwirtschaftlichen Verluste** der Mittelwert der beiden Schätzungen verwendet (**550'000t**). Die nachfolgend hergeleiteten Verlustraten pro Lebensmittelkategorie werden dementsprechend leicht nach oben korrigiert, sodass sie mit dem Mittelwert von 550'000t konsistent sind.

Die Quantifizierung der unvermeidbaren Verluste ist stark von der Definition abhängig, welche Teile der landwirtschaftlichen Produktion zu den Lebensmitteln dazugezählt werden und welche nicht. In der Regel zählen unessbare Teile von Lebensmitteln, welche erst im Handel, der Verarbeitung oder bei den Konsumierenden vom Lebensmittel abgetrennt werden (z.B. Nusschalen) als unvermeidbare Lebensmittelverluste, während der Rest der Pflanze (z.B. Nussbaumblätter) nicht als Teil eines Lebensmittels betrachtet wird. Weil der Fokus dieses Berichtes auf dem Potenzial der Food Waste-Vermeidung und nicht auf dem generellen Potenzial einer optimalen Verwertung der in der Landwirtschaft produzierten Ressourcen liegt, werden hier unvermeidbare Verluste nicht konsequent dokumentiert.

Lebensmittelverluste in der Schweizer Landwirtschaft

Baier et al. (2017)

	Energie- wirtschaft (v)	Dünger- wirtschaft (v)	Tierfutter (f)	Abfall- wirtschaft (v) aus Tierproduktion	Total	
t FS/a total	24'728	148'369	49'456	1'985	224'538	Datenaustausch Urs Baier (28.3.2019)
t TS/a total	7'701	46'205	15'402	734	70'042	Datenaustausch Urs Baier (28.3.2019)
FS % vermeidbar	11%	66%	22%	1%	100%	
TS % vermeidbar	11%	66%	22%	1%	100%	
t FS/a vermeidbar	19'235	131'436	48'086	1'177	199'934	Datenaustausch Urs Baier (28.3.2019)
t TS/a vermeidbar	6'000	41'000	15'000	367	62'367	Datenaustausch Urs Baier (28.3.2019)
FS % vermeidbar	10%	66%	24%	1%	100%	
TS % vermeidbar	10%	66%	24%	1%	100%	
t FS/a unvermeidbar	5'493	16'933	1'370	808	24'604	Datenaustausch Urs Baier (28.3.2019)
t TS/a unvermeidbar	1'701	5'205	402	367	7'675	Datenaustausch Urs Baier (28.3.2019)
FS % vermeidbar	22%	69%	6%	3%	100%	
TS % vermeidbar	22%	68%	5%	5%	100%	

Unvermeidbarer Foodwaste UND nicht als Lebensmittel vorgesehen (keine Unterscheidung)	nicht für menschlichen Verzehr vorgesehen (g)	nicht essbar (n)	Total unvermeidbar
t TS/a	392'000	10'938'000	11'330'000

Tabelle 5, S. 65 in Baier et al. (2017) → abgeleitete Werte

Nutzungsebene	Biomasse	Menge [kt TS/a]	Vermeidbarkeit	Vermeidbare Menge geschätzt [kt TS/a vermeidbar geschätzt] [t FS/a vermeidbar geschätzt]	
Vermeidbarkeit Ursachen					Annahme: "teilweise vermeidbar" = zu 50% vermeidbar (auf TS bezogen)
Nutztierfutterkette	Ernterückstände	10	vermeidbar	10	32'058 Industriestandard
	Ernterückstände	5	vermeidbar	5	16'029 Fehllagerung
Düngerwirtschaft	Ernterückstände	34	vermeidbar	34	108'996 Industriestandard
	Ernterückstände	10	teilweise	5	16'029 Technische Bedingungen
Energiewirtschaft	Ernterückstände	2	vermeidbar	2	6'412 Konsumentenverhalten
	Ernterückstände	3	vermeidbar	3	9'617 Industriestandard
Abfallwirtschaft	Ernterückstände	3	vermeidbar	3	9'617 Fehllagerung
	Ernterückstände	1	nicht vermeidbar	0	0 Pflanzenkrankheiten
Abfallwirtschaft	Grossviehkadaver	<1	teilweise	0.18	588 Haltungsverluste
	Grossviehkadaver	<1	teilweise	0.18	588 Weideabgänge
TOTAL vermeidbar				62	199'934

TOTAL unvermeidbar	8 kt TS/a	24'604 t FS/a
TOTAL	70 kt TS/a	224'538 t FS/a

Vermeidbare Lebensmittelverluste in der landwirtschaftlichen Produktion von Importprodukten

Aktualisierte Modellierung nach Beretta et al. (2017)

	Inland	Ausland	
Masse	35%	65%	100%
[t FS/a]	199'934	374'131	574'065

Abbildung 1: Ableitung der vermeidbaren und unvermeidbaren Lebensmittelverluste in der Schweizer Landwirtschaft von Baier et al. (2017) und Baier (2019) in Tonnen Frischsubstanz (FS) und Trockensubstanz (TS), aufgeschlüsselt nach verschiedenen Verwertungswegen (v= Verluste, die in der Energie-, Dünger- oder Abfallwirtschaft verwertet werden; f = als Futtermittel verwertete Lebensmittelverluste) und Ursachen. Die Ursachen werden gemäss der Studie „in vermeidbar“, „teilweise vermeidbar“ und „nicht vermeidbar“ eingeteilt. Im unteren Teil der Grafik erfolgt die Hochrechnung auf die Verluste, welche in der landwirtschaftlichen Produktion von in die Schweiz importierten und hier konsumierten Lebensmitteln anfallen (siehe Text).

2.3.3 Lebensmittelverluste in der Landwirtschaft bei den einzelnen Lebensmittelkategorien

Früchte

Die Schätzung der Verluste bei der Produktion von Früchten wird nachfolgend für die einzelnen Produktkategorien erläutert. Bei allen Früchten wurde mangels Daten das Potenzial an nicht abgeernteten Bäumen und Sträuchern vernachlässigt. Je nach Region und Jahreszeit kann dieses beträchtlich sein, beispielsweise in Regionen, wo viele Hochstammobstbäume im Besitz von Privatleuten und Nebenerwerbs-Landwirten sind (Henz, 2016). Hinzu kommt ein ungenutztes Potenzial an wild wachsenden Früchten und Beeren.

Weil diese Bäume und Sträucher in der Regel nicht behandelt werden und für die Biodiversität wertvoll sind, ist der negative Umwelteffekt wegen Unterlassen der Ernte gering. Der potenzielle Umweltnutzen hingegen, welcher durch die Substitution von heute importierten Früchten und Beeren entsteht, könnte beträchtlich ausfallen.

Äpfel

Der grösste Anteil der Äpfel, welche in der Schweiz nicht den Vermarktungsstandards für Tafelobst entsprechen, wird gemäss Tobi_Seeobst (2011) als Mostobst zu Saft und anderen verarbeiteten Produkten verwertet. Dies deckt sich mit der Österreichischen Studie von Hrad et al. (2016). Danach entstehen **0.8% vermeidbare Verluste**, welche **zur Hälfte verfüttert** werden und **zur Hälfte im Feld** liegen bleiben.

Übrige nicht-exotische Früchte

Die Schätzung der **vermeidbaren Verluste** erfolgt aufgrund einer Erhebung von **Kirschenkulturen** in Österreich. Dabei fallen **9.6% vorwiegend wegen nicht erfüllten Vermarktungsstandards** an (Hrad et al., 2016). Die **unvermeidbaren Verluste** werden auf **4.6%**, Mittelwert von 6% aufgrund von Gesprächen mit Landwirten (Beretta et al., 2013) und 3.2% gemäss Hrad et al. (2016), geschätzt. Die Verluste bleiben grösstenteils im Feld liegen (**Feldkompost**).

Beeren

Zu Beeren wurden zwei Studien berücksichtigt, welche **Erdbeeren** untersuchen, **die in der Schweiz am meisten konsumierte Beerensorte**. Sheane et al. (2016) haben in England bei der Ernte 9% Erdbeeren identifiziert, welche wegen mangelnder Qualität zurückgewiesen. Nach der Ernte wird weniger als 1% aussortiert. 35-60% der aussortierten Erdbeeren wären essbar. Es wird der Mittelwert von 45% essbaren Verlusten angenommen, womit Verluststraten von 4.3% vermeidbaren Verlusten bei der Ernte und 0.45% nach der Ernte resultieren. Hrad et al. (2016) haben in Österreich 7% vermeidbare Verluste wegen nicht erfüllten Vermarktungsstandards sowie weitere 7% vermeidbare Verluste wegen Produktionsüberschuss festgestellt. Zudem bleiben **2.7% ungeniessbare Erdbeeren** auf dem Feld (unvermeidbare Verluste). Für die **vermeidbaren Verluste** nehmen wir den **Mittelwert aus England und Österreich** an (**9.4%**). Die Verluste werden gemäss Hrad et al. (2016) vorwiegend im eigenen Betrieb verwertet. Es wird davon ausgegangen, dass die 9.4% vermeidbaren Beerenverluste **auf dem Feld liegen bleiben oder kompostiert** werden.

Exotische Früchte

Eine Studie aus Jamaica schätzt die Nachernte-Verluste von Baumfrüchten auf 30-35% (Palipane and Rolle, 2008). Wir nehmen an, dass die Hälfte der **Verluste vermeidbar** ist (**16%**) (Qualitätsstandards und Überproduktion) und **auf dem Feld** liegen bleibt.

Verarbeitete Früchte

Für die **unvermeidbaren Verluste** nehmen wir den **Mittelwert** der unvermeidbaren Verluste aller **übrigen Tafel Früchte und Beeren** an (**4.5%**, im Feld entsorgt). Dies ist vergleichbar mit Beretta et al. (2013), die aus Gesprächen mit Landwirten 3-7% unvermeidbare Verluste schätzen. Zudem **nehmen** wir mangels Daten **an**, dass **keine vermeidbaren Verluste** anfallen, weil Überproduktionen und Qualitätsmängel durch die Verarbeitungsmethoden trotzdem verwertbar sein können. Dies entspricht aber in gewissen Fällen nicht der Realität und müsste daher weiter untersucht werden.

Kartoffeln

Die landwirtschaftlichen Verluste von Kartoffeln beruhen auf der Dissertation von Willersinn (2015). Hierbei fliessen Daten aus **Feldversuchen** von 278 Bauernhöfen mit konventionellen, integrierten und biologischen Anbaumethoden in verschiedenen Regionen der Schweiz ein. Danach gehen im mengengewichteten Mittel rund **10%** der verfügbaren Kartoffeln **aus Qualitätsgründen** und weitere **7% wegen Überproduktion** verloren.

Gemüse

Frischgemüse

Die Schätzung der Verluste von Frischgemüse beruht hauptsächlich auf Befragungen von Landwirtschaftsbetrieben in Österreich betreffend der Produktionsjahre 2013-2015; insgesamt repräsentieren die in der Stichprobe vertretenen Produzenten 4,0% der gesamten Anbaufläche für Gemüse in Österreich und unterschieden Tomaten, Gurken, Eisbergsalat, Kopfsalat, Paprika, Jungzwiebeln, Radieschen, Chinakohl und Weisskohl (Hrad et al., 2016). Für Zwiebeln wurden zusätzlich Zahlen aus Schweden (Davis and Wallman, 2011) und für Salat aus England (Sheane et al., 2016) zugezogen. Die Verwertung der Verluste wurde der österreichischen Studie entnommen, nach welcher fast alle Verluste **auf dem Feld liegen** bleiben oder auf dem Betrieb **kompostiert** werden. Als Ursache werden vorwiegend Vermarktungsstandards angegeben; Marktüberschüsse sind v.a. bei sehr kurz lagerbaren Produkten mit weniger Flexibilität beim Erntezeitpunkt relevant (z.B. Kopfsalat). Weil es hier sehr starke saisonale und örtliche Schwankungen gibt, sind die Zahlen aber unsicher. Der Mittelwert wurde konsumgewichtet gemäss SBV (2019) berechnet (**Tabelle 2**).

Die resultierenden **vermeidbaren Verluste** von **11.6%** sind deutlich tiefer als bei der FAO-Schätzung für Europa (20%), welche auf Davis and Wallman (2011) sowie Annahmen der Studienautoren beruht (Gustavsson and Cederberg, 2011), und auch deutlich tiefer als bei Beretta et al. (2013), dessen Schätzung aus Interviews mit zwei landwirtschaftlichen Produzenten in der Schweiz und der FAO-Schätzung für Europa abgeleitet wurde.

Lagergemüse

Die Schätzung bei Lagergemüse beruht gleich wie bei Frischgemüse vorwiegend auf Hrad et al. (2016) für Kohl, Karotten, Lauch, Zwiebeln und Meerrettich. Für Karotten und Zwiebeln wird der Mittelwert aus Hrad et al. (2016) und Davis and Wallman (2011) verwendet (**Tabelle 2**). Dadurch ergeben sich **16.1% vermeidbare Verluste**, vorwiegend wegen Vermarktungsstandards. Bei Karotten und Zwiebeln ist die Erntetechnik ebenfalls ein wichtiger Faktor. Das meiste wird **kompostiert** oder bleibt **auf dem Feld** liegen; 10-15% der Verluste werden **an Tiere** verfüttert (Hrad et al., 2016).

Dies ist konsistent mit den 10-20% vermeidbaren Verlusten, welche Beretta et al. (2013) aufgrund von Interviews mit zwei Landwirtschaftsbetrieben geschätzt hat.

Hülsenfrüchte / Leguminosen

Die Verluste bei Hülsenfrüchten beruhen auf Umfragen bei 5 österreichischen Betrieben (Hrad et al., 2016). Danach fallen **21.9% vermeidbare Verluste** bei grünen Bohnen an, welche **im Feld** liegen bleiben oder **kompostiert** werden.

Verarbeitungsgemüse

Die Verluste von Verarbeitungsgemüse sind tiefer zu erwarten als bei Frisch- und Lagergemüse, weil das Aussehen für die Verarbeitung weniger wichtig ist und zeitliche Verschiebungen zwischen Angebot und Nachfrage eher abgefangen werden können. Wir übernehmen die Schätzung von Beretta et al. (2013), wonach **7% (2-12%) vermeidbare Verluste** anfallen.

Mais

Die Verluste bei der Maisernte beruhen auf einer Umfrage bei 9 österreichischen Zuckermaisproduzenten. Gemäss der Umfrage entstehen **11.8% vermeidbare Verluste**, welche im Feld liegen bleiben. Vermarktungsstandards bilden den Hauptgrund; weniger wichtig sind Überproduktion und Erntetechnik (Hrad et al., 2016).

Tabelle 2: Herleitung der konsumgewichteten, vermeidbaren Verluste von Früchten, Gemüsen und Mais auf Stufe Landwirtschaft aus den drei Studien aus Österreich (Hrad et al., 2016), England (Sheane et al., 2016) und Schweden (Davis and Wallman, 2011).

	Schätzung 1	Schätzung 2	Konsum
	in % der Produktion		[kg/p/a]
Tomate Glashaus	4.5%		9.32
Paprika Glashaus	6.2%		1.97
Paprika	11.2%		1.97
Radieschen	16.0%		0.30
Jungzwiebel	4.4%	16.0%	0.08
Tomate	7.4%		9.32
Fisolen (grüne Bohnen)	21.9%		1.87
Feldgurken	14.9%		4.86
Kohl	14.3%		9.71
Eisbergsalat	25.6%	28.4%	4.03
Zuckermais	11.8%		2.18
Kraut	10.2%		2.11
Häuptelsalat	15.9%	28.4%	3.49
Chinakohl	18.7%		0.70
Lauch	9.9%		2.08
Erdäpfel	16.4%		43.00
Kirschen	9.6%		0.94
Erdbeeren	14.0%		3.12
Zwiebel	9.7%	16.0%	6.91
Karotten	18.7%	25.0%	8.75
Kren (Meerrettich)	24.7%		0.21
Apfel	0.8%		22.34

Konsumgewichtete Synthese:

Äpfel	0.8%
Kirschen	9.6%
Erdbeeren	14.0%
Frischgemüse	11.6%
Leguminosen (grüne Bohnen)	21.9%
Lagergemüse	16.1%
Mais	11.8%

Quellen:

Hrad et al. (2016)

Davis and Wallman (2011)

Sheane et al. (2016)

Getreide, Reis, Zucker

Es wird wie bei Beretta et al. (2013) angenommen, dass die Erntemethoden bei Getreide, Reis und Zucker dem aktuellen Stand der Technik entsprechen und alle sortier-bedingten Verluste in der Verarbeitung anfallen.

Pflanzliche Öle und Fette

Die FAO schätzt für europäische Ölkulturen **vermeidbare Verluste von 10%**. Dies beruht auf einer Analyse von Hobson and Bruce (2002), die in Fallstudien die Erntemaschinen-bedingten Samenverluste bei Rapskulturen quantifiziert und ein Reduktionspotenzial der Verluste durch bessere Erntemaschinen identifiziert haben. Die in diesem Bericht verwendeten 10% gehen also von den Annahmen aus, dass die untersuchten Fallbeispiele der heutigen Praxis entsprechen und die Verluste mit anderen Ölkulturen vergleichbar sind. Diese Annahme müssten bei weiteren Untersuchungen geprüft werden.

Nüsse und Samen

Mangels Daten werden die Verluste gleich wie bei pflanzlichen Ölen und Fetten angenommen.

Milch

Gemäss Bareille et al. (2015) besteht ein Potenzial, einwandfreies Kolostrum für den menschlichen Verzehr zu verwenden; dies entspricht **0.5% der produzierten Milch** (als vermeidbare Verluste angenommen). Gemäss einem Interview mit Thomas Reinhard von *Swissmilk* darf Kolostrum im Rahmen des normalen Milchverkaufs nicht abgeliefert werden, weil die veränderte Zusammensetzung der Milch die Verarbeitung stören kann. Rohkolostrum soll wegen der Gefahr der Verbreitung von Keimen analog wie Rohmilch nicht zum unmittelbaren Konsum abgegeben werden (Kapitel 7 der Verordnung des EDI über Lebensmittel

tierischer Herkunft). Weil die Sammlung und die Aufbereitung sehr aufwändig sind, bleibt die Verwendung eine sehr kleine Nische. Allfällige weitere vermeidbare und unvermeidbare Milchverluste werden vernachlässigt.

Eier

Gemäss Redlingshöfer et al. (2019) werden in Frankreich **0.5% der produzierten Eier wegen Brüchen und Verunreinigungen auf der Schale** aussortiert, obwohl sie essbar wären. Zudem gehen wir davon aus, dass von jeder Legehennen im Durchschnitt ein Ei vergeblich zum Brüten eingesetzt wird und der daraus schlüpfende Hahn mangels Verwendungsmöglichkeit vergast wird. Gegenüber dem Alternativszenario einer zerstörungsfreien Geschlechterbestimmung am Ei ergibt dies bei einer durchschnittlichen Legeleistung einer Legehennen von 316 Eiern **0.32% Verluste** (Aviforum, 2011, Ferrara, 2011). Beide Verluste werden als vermeidbare klassifiziert.

Fleisch

Schlechte, nicht artgerechte Haltungsbedingungen und hektische Tiertransporte können zu Mortalität führen, welche durch artgerechte Handhabung vermeidbar wäre. Mangels Daten werden diese Verluste ignoriert, sollten aber in Zukunft untersucht werden.

Fisch

Für die Verluste beim Fischfang sowie bei Fischzuchten variieren die Schätzungen stark. Eine Publikation der FAO von 2005 schätzt die geniessbaren Verluste beim Fischen von in Europa und Russland konsumierten Fischen und Schalentieren auf Stufe Produktion auf 9.4% (Gustavsson and Cederberg, 2011). Ein Bericht des "Scientific, Technic and Economic committee for Fisheries" der Europäischen Kommission in Bruxelles schätzt, dass 40-60% (Mittelwert 50%) aller durch europäische Flotten gefangenen Fische in den Gewässern entsorgt werden, weil sie ökonomisch weniger interessante Sorten sind oder die Qualitätsanforderungen nicht erfüllen (Stuart, 2009). Aufgrund der beiden Schätzungen wird wie bei Beretta et al. (2013) angenommen, dass die **vermeidbaren Verluste bei 29.7% liegen** (zwischen 9.4% und 50%).

Kakao, Kaffee, Tee

Mangels Daten zu diesen Produkten gehen wir hier von den vermeidbaren Verlusten gemäss Gustavsson and Cederberg (2011) in der landwirtschaftlichen Produktion in Afrika (10%) und Südamerika (9%) aus, weil die Hauptimportländer von Kakao in Afrika und von Kaffee in Südamerika (Brasilien, Kolumbien) liegen. Weil diese Produkte einen sehr geringen Ertrag pro Fläche aufweisen gegenüber durchschnittlichen Lebensmitteln, nehmen wir an, dass sorgsamer mit der Ernte umgegangen wird und nur die halben vermeidbaren Verluste anfallen (**4.9%**).

2.3.4 Lebensmittelverluste im Handel

Auf der Grosshandelsstufe der Lebensmittelkette finden Transporte, Lagerung sowie Sortierungen von Lebensmitteln statt. Lagerung und Sortierung können allerdings auch auf dem Landwirtschaftsbetrieb und bei Verarbeitungsfirmen stattfinden. Daher ist die Abgrenzung zu anderen Stufen der Lebensmittelkette nicht immer eindeutig und je nach Versorgungskette von den beteiligten Akteuren abhängig.

Die wichtigsten Gründe für Verluste sind Sortierungen aufgrund von Qualitätsanforderungen und Überangebot (grösseres Angebot als Nachfrage). Zudem gibt es Lagerungsverluste bei suboptimalen Lagerungsbedingungen, zu langer Lagerung oder natürlichen Verderbungsprozessen und Krankheitsbefall. Mengenmässig eher weniger ins Gewicht fallen Transportverluste, z.B. wegen Unfällen oder mechanischen Schäden.

Die Schätzung der Lebensmittelverluste im Grosshandel beruht auf den gleichen Datenquellen wie bei Beretta et al. (2017): Interviews und Schätzungen von Händlern der Engros Markthalle Zürich (ZEMAG, 2011), von einem Apfelsortierbetrieb in der Ostschweiz (Tobi_Seeobst, 2011) und von einer Früchte- und Gemüseimportzentrale in der Nordwestschweiz (Freiburghaus, 2011). Für die dadurch nicht abgedeckten Lebensmittelkategorien wurden die Verlustraten bei „postharvest handling and storage“ gemäss der FAO-Studie von Gustavsson and Cederberg (2011) für Europa verwendet.

2.3.5 Lebensmittelverluste in der Verarbeitungsindustrie bei den einzelnen Lebensmittelkategorien

In der Lebensmittelverarbeitung haben die Verluste oft andere Eigenschaften als die verarbeiteten Produkte und können sich stark unterscheiden bezüglich Wassergehalt und Nährwert. Daher werden nachfolgend oft die Prozentwerte in Bezug auf den Nährwert anstatt auf die Masse angegeben.

Fruchtsaftherstellung

Die statistischen Erhebungen des Schweizer Bauernverbandes berechnen die Menge Fruchtsaft, welche in der Schweiz konsumiert wird, in Tonnen Saft und in Tonnen frischer Fruchtäquivalente. Mit Hilfe von Nährwertangaben aus der Schweizer Nährwertdatenbank (BLV, 2017) und dem Bundeslebensmittelschlüssel (BMEL, 2017) wird in der SBV-Statistik der Energiegehalt der rohen Früchte sowie der verarbeiteten Fruchtsäfte berechnet (SBV, 2019).

In diesen Bericht werden für die Umrechnung von gerüsteten zu rohen Früchten die **von SBV (2019) benützten Rüstfaktoren** verwendet und zusätzlich **angenommen, dass ein Teil der Rüstabfälle essbar ist (33% bei Trauben und Ananas, 50% bei Orangen, Zitrusfrüchten, Äpfeln und Birnen)**. Die Differenz zwischen dem Energiewert der rohen Früchte und der verarbeiteten Fruchtsäfte wird als **Präferenzverluste (vermeidbar)** klassifiziert und macht **26% beim Apfelsaft, 8% bei exotischen und Zitrusfruchtsäften** und **23% bei übrigen Fruchtsäften** bezogen auf den Nährwert der rohen Früchte aus. Der Trester (Rückstände, die nach dem Auspressen des Saftes übrig bleiben) wird in der Regel an Nutztiere verfüttert.

Sonstige verarbeitete Früchte

Die Gesamtmenge an verarbeiteten Früchten wird aufgrund der verarbeitet importierten Menge gemäss SBV (2019) berechnet unter der Annahme, dass der Anteil verarbeiteter Früchte bei Importen und Inlandproduktion gleich ist. Weil die Verluste bei der Obstverarbeitung bei Mosberger et al. (2016) nicht separat erhoben wurden, wird zusätzlich geschätzt, dass die vermeidbaren Nährwertverluste bei der Verarbeitung maximal der Verarbeitung von einheimischen (23-26%) und exotischen Fruchtsäften (8%) entsprechen (z.B. bei gerüsteten Produkten), bei gewissen Verarbeitungsprozessen aber auch vernachlässigbar sind (z.B. bei Tiefkühlfrüchten). **Im Mittel wird die Hälfte der vermeidbaren Verluste von Fruchtsäften angenommen (8%). Getrocknete und entsteinte Früchte werden nicht als verarbeitet betrachtet**, sondern in Frischprodukt-Äquivalenten angegeben und allfällige Nährwertverluste in der Verarbeitung vernachlässigt. Der Nährwert der rohen unverarbeiteten Früchte beträgt gemäss SBV (2019) 37 kcal/100g, der Nährwert der verarbeiteten Früchte wird auf 82 kcal/100g geschätzt (Annahme ein Drittel Obstkonserven mit Nährwert gemäss SBV (2009)).

Verarbeitetes Gemüse

Der Nährwert der **vermeidbaren Verluste** relativ zum essbaren Kalorieninput wird geschätzt aufgrund der Menge an **Trockenmasse relativ zum essbaren Input an Trockenmasse**, welcher bei Mosberger et al. (2016) aus Fragebögen bei 4 Gemüse- und Früchte-Verarbeitungsbetrieben erhoben wurde, und macht **4.4%** aus (10.7% Trockenmassen-Verluste gegenüber dem Input an Trockenmasse, 38% davon vermeidbar). Die 4 Betriebe machen rund 3% der Schweizer Gemüse- und Früchteverarbeitungsindustrie aus (Massen-Output). 2 Firmen, die zusammen über die Hälfte des Produktionsoutputs der Testbetriebe ausmachen, geben an, die Daten gemessen zu haben, und kommen auf einen etwa 30% tieferen Wert für die vermeidbaren Verluste. Die anderen 2 Betriebe machen keine Angabe, wie sie die Daten erhoben haben.

Die unvermeidbaren Verluste werden per Definition ohne essbare Kalorien definiert und aus der Massen-Energie-Bilanz abgeleitet, wobei der mittlere Nährwert jeweils der verarbeiteten und der unverarbeiteten Gemüse mit Nährwertdaten von Yazio.de (2015) für wichtige Schweizer Verarbeitungsgemüse (Erbsen, Spinat, Karotten, Bohnen, Randen) geschätzt wird.

Kartoffeln

Die Verluste in der Verarbeitungsindustrie von Kartoffeln werden aufgrund einer Dissertation der Agroscope quantifiziert, welche die Wertschöpfungskette von Kartoffeln quantitativ erfasst hat (Willersinn, 2015). Danach fallen bei der Verarbeitung von Kartoffeln *in Bezug auf die landwirtschaftliche Produktion* rund 2% Verluste **wegen ästhetischen Anforderungen** und 4-5%

Schälverluste wegen suboptimaler Technologie oder Einstellung der Maschinen an. Beide Verluste werden hier als vermeidbar klassifiziert. Zudem fallen rund 6% mit dem heutigen Stand der Technik eher unvermeidbare Schälverluste und 1-2% Lagerungs- und Transportverluste an. Beide werden hier als unvermeidbar klassifiziert.

Gemäss Willersinn (2015) werden etwas mehr als die Hälfte (56%) der Kartoffeln frisch vermarktet. **Im Mittel aller frisch und verarbeitet konsumierten Kartoffeln** resultieren somit 2.7% vermeidbare und 3.3% unvermeidbare Verluste an. Umgerechnet auf die im Handel verfügbaren Kartoffeln sind es **4.1% vermeidbare und 5% unvermeidbare Verluste**².

Brotgetreide

Verluste in Müllereibetrieben (bei Mosberger et al. (2016) nicht erfasst)

Es wird geschätzt, wieviel Brotgetreide (= für die menschliche Ernährung angebautes Getreide, exklusive Mais, Reis und Hartweizen für Pasta) aus Qualitätsgründen oder wegen mangelnder Nachfrage der Lebensmittelkette entzogen und für die Tierversütterung verwendet wird.

Ein Teil des Getreides wird aus Qualitätsgründen der Lebensmittelsicherheit (hygienetechnische Grenzwerte) umkategorisiert (unvermeidbare Lebensmittelabfälle), ein Teil aus Präferenzgründen (gesundheitlich unbedenklich, aber erfüllt die Anforderungen an die Backeigenschaften nicht) (Präferenzverluste), und ein Teil wegen mangelnder Nachfrage (Verteilverluste). Daten für eine mengenmässige Differenzierung liegen nicht vor. Für **Brotweizen**, welcher rund 90% des Brotgetreidekonsums ausmacht (SBV, 2019), ist allerdings der **Anteil für die Deklassierung aufgrund mangelnder Nachfrage** bekannt (gemäss der Statistischen Erhebungen des Schweizer Bauernverbandes **im Mittel zwischen 2008 und 2015 ca. 30% der als Futtermittel deklassierten Ware**). Es wird angenommen, dass der Anteil bei den übrigen Brotgetreidesorten gleich ist. Eine Lagerung des Überschussweizens bis im Folgejahr wäre als Alternative zur Deklassierung denkbar. Der Schweizerische Getreideproduzentenverband lehnt dies allerdings mit der Begründung ab, dass die gelagerten Mengen die Preise drücken würden (Paganini, 2014). Dementsprechend wird die Überproduktion **hier als vermeidbar klassifiziert**.

Die **übrigen verfütterten Verluste** können nicht hygienetechnisch bedingt sein und werden daher **als Präferenzverluste klassifiziert**. Dies wird damit begründet, dass gemäss einem Interview mit Bruno Hartmann von Swissmill vom 29.8.2016 die Grenzwerte für Mykotoxingehalte bei der Verfütterung tiefer sind als bei Lebensmitteln und folglich hygienetechnisch bedingte Verluste i.d.R. nicht verfüttert werden können (ausser wenn sie gemischt werden mit Posten, welche niedrigere Mykotoxinwerte aufweisen, um die Grenzwerte einzuhalten) (Swissmill, 2016). Hygienetechnisch bedingte Verluste werden nicht konsequent erfasst und hier daher nicht in die Bilanz aufgenommen (Amstutz, 2016).

Zusätzlich fällt bei der Verarbeitung von Getreide zu Auszugsmehlen (Weissmehl) **Kleie** an, welche essbar und nährstoffreich ist (172 kcal/100g). Der **nicht für die menschliche Ernährung verwertete Anteil** wird hier **als Präferenzverluste klassifiziert** und macht rund **20% der Masse des verarbeiteten Getreides** aus (Beretta et al., 2017). Die Kleie, welche für die menschliche Ernährung verwendet wird, macht 1.1% der Masse des verarbeiteten Getreides aus (Reuge, 2013).

Verluste in der Backwarenindustrie

Gemäss Mosberger et al. (2016) gehen in der Backwarenindustrie 3% des Inputs verloren, wovon etwa die Hälfte vermeidbar ist. Die Daten beruhen auf Schätzungen von drei Grossbäckereien. Rund 97% werden verfüttert und der Rest im Müll entsorgt.

Dies ist eine ähnliche Grössenordnung wie bei Beretta et al. (2017). Danach fallen gemäss Schätzung in einer Grossbäckerei 3.8% Verluste an und gemäss Messung in einer traditionellen Stadtbäckerei 2%. Letztere schätzt, dass etwa die Hälfte (1%) durch mehr Achtsamkeit und bessere Arbeitsabläufe bei der Produktion vermeidbar wäre. Wir verwenden hier den Mittelwert (**1.7% unvermeidbare und 1.4% vermeidbare Verluste**).

² Die Verluste bei der landwirtschaftlichen Produktion und im Grosshandel sind bei dieser Referenz bereits abgezogen.

Pasta

Verluste in Müllereibetrieben

Der grösste Anteil der in der Schweiz konsumierten Teigwaren wird aus Hartweizen hergestellt (SBV, 2019). Deshalb wird hier die Bilanz mit Hartweizen gerechnet. Die Verluste bei der Trennung von **Kleie** und Weissmehl werden wie bei Brotgetreide aufgrund der Kornausbeute gemäss SBV (2016) geschätzt. Dieser **Anteil** ist bei Hartweizen **grösser als bei Brotgetreide** und macht gemäss der statistischen Erhebungen des Schweizer Bauernverbandes einen **knappen Drittel** aus (Beretta et al., 2017). Der Energiegehalt der **Kleie** und der für die menschliche Ernährung verwertete Anteil wird **gleich wie bei Weizenkleie angenommen**.

Im Gegensatz zu Brotgetreide wird bei Hartweizen **keine Überproduktion** angenommen, da er vorwiegend aus dem Ausland in den nachgefragten Mengen in die Schweiz importiert wird. **Deklassierungen** werden ebenfalls **vernachlässigt**, weil vermutlich weniger strenge Qualitätsanforderungen als von der Backwarenindustrie gestellt werden.

Verluste bei der Pastaproduktion

Die Verluste in der Pasta-Verarbeitung (Hartweizen) beruhen auf Beretta et al. (2017). Dabei wurde eine Schätzung gemacht für Frisch-, Büchsen-, Tiefkühl- und Trockenteigwaren. Im Mittel entstehen **0.8% Verteilverluste (Überlagerung)**, 0.8% Verluste wegen Verpackungsschäden und 5.6% Verluste bei der Produktion, welche teils technisch bedingt sind und teils durch weniger strenge Qualitätsanforderungen vermeidbar wären. Die Überlagerungsverluste sind vermeidbar, die übrigen Verluste werden zur Hälfte als **Präferenzverluste (3.2%)** und zur Hälfte als unvermeidbar quantifiziert.

Eier

Die Verluste bei der Verarbeitung von Eiern wurden im 2015 in Frankreich erhoben. Die **vermeidbaren Verluste** betragen demnach **4% in der Verarbeitungsindustrie**, vorwiegend **wegen Bruchschäden und Verunreinigungen auf der Schale**. Dies ist ein **Mittelwert für verarbeitet (40%) und frisch (mit Schale, 60%) verkaufte Eier** (Coudurier, 2015, Redlingshöfer et al., 2019). Die unvermeidbaren Verluste der Schale, welcher kein Nährwert zugeordnet wird, wird einfachheitshalber ganz für den Fall frischer Eier auf Stufe Endkonsum modelliert (Haushalte und Gastronomie).

Zuckerherstellung

Bei der Verarbeitung von Zuckerrüben fällt ein beträchtlicher Teil des Nährwertes als Nebenprodukt an (Zuckerrübenmelasse, -schnitzel). Die Produkte werden grösstenteils als hochverdauliche Futtermittel verwendet und haben einen Nährwert im Bereich von Kraftfutter (gemäss Arrigo et al. (1999) beträgt die verdauliche Energie als Futtermittel 177 kJ/100g resp. 42.3 kcal/100g für Zuckerrübenschnitzel und 185 kJ/100g resp. 44.2 kcal/100g für Molasse). Sie enthalten insbesondere Proteine, Kalzium, Magnesium, Phosphor, Natrium, Kalium und Zink (zucker.ch, 2019). Die Nebenprodukte werden heute nach unserem Kenntnisstand nicht grosstechnisch als Lebensmittel verwendet. Eine Verwendung könnte mit neuen technischen Verfahren in Zukunft möglich werden, insbesondere durch biotechnologische Methoden zur Aufschlüsselung wertvoller Nährstoffe. In dieser Analyse werden **Zuckerrübenschnitzel** und damit der Hauptteil der Verluste als **mit dem jetzigen Stand der Technik unvermeidbar klassifiziert**. Nur der **Anteil der Melasse (ca. 2% des Nährwertes der Zuckerrüben)** wird **als vermeidbar eingeteilt**, weil sie neben rund 50% Zucker auch Mineralien und Spurenelemente enthält und bereits heute einen idealen Rohstoff beispielsweise für die Backhefeherstellung darstellt (zucker.ch, 2019).

Falls sich mit **neuen Verfahren in Zukunft** auch Zuckerrübenschnitzel für eine Weiterverwendung in der Lebensmittelindustrie eignen, müssten sie zum Anteil der daraus gewinnbaren Nahrungsenergie **zu den vermeidbaren Verlusten umklassifiziert** werden. Das Potenzial an Kalorien, welche dadurch gewonnen werden könnten, ist mit 70-80 Kalorien pro Person und Tag (7-8% aller Lebensmittelverluste) beträchtlich.

Massen-Energie-Bilanz der Zuckerherstellung

Die massenbezogene Ausbeute an Zuckerrübenschnitzeln (22%) und Molasse (3.3%) beruht auf Spörri et al. (2011), die Zuckerausbeute (16.6%) auf Tscheuschner (2014), der Nährwert des Zuckers folgt aus dem Konsummix von Zucker, Honig und Stärken gemäss SBV (2019), der Nährwert der Schnitzel und Melasse von Arrigo (1999) (siehe oben) und der Nährwert der rohen Zuckerrüben folgt aus den genannten Daten durch die Massen- und Energiebilanz. Der dabei resultierende Nährwert von 76.6 kcal/100g ist konsistent mit der in Tscheuschner (2014) angegebenen Fett-Kohlenhydrat-Protein-Zusammensetzung von Zuckerrüben. Die Autoren geben einen Bereich von 14-20% für Kohlenhydrate an. Der Nährwert von 76.6 kcal/100g entspricht beim angegebenen Fettgehalt von 0.1% und Proteingehalt von 0.55% einem Kohlenhydratgehalt von 17.9%.

Ölverarbeitung

Gemäss Mosberger et al. (2016) fallen bei der Ölverarbeitung 37% der verarbeiteten Kulturen in Bezug auf Trockenmasse als Nebenprodukte an. Die Erhebung beruht auf zwei Betrieben, welche etwa einen Fünftel der Schweizer Produktion von pflanzlichen Ölen ausmachen.

Das Nebenprodukt aus der Heisspressung oder Extraktion (Ölschrot) respektive aus der Kaltpressung (Ölkuchen) wird als Futtermittel genutzt und macht gemäss Daten eines Raps Herstellers 92.3% der Nebenprodukte aus; der Rest wird in Biogasanlagen entsorgt (Mosberger et al., 2016). Die Presskuchen (Ölschrot, Ölkuchen) haben gemäss Futtermittelbilanz des Schweizer Bauernverbandes einen Energiegehalt von 429 kcal/100g (SBV, 2009); die im Mittel konsumierten pflanzlichen Öle 896 kcal/100g (SBV, 2019). Von einem typischen Rapsölkuchen ist 18% und von einem Sonnenblumenölkuchen 17.5% verzehrfähiges Öl (Mosberger et al., 2016). Grössere Ölmöhlen extrahieren dieses Öl mittels Hexan und destillieren das Hexan ab, um die gesamte Ölausbeute zu erhöhen. Bei kleinen oder mittleren Ölmöhlen wird dies heute nicht gemacht, sodass ein relativ hoher Ölgehalt im Presskuchen verbleibt, welcher meist verfüttert wird. Das Problem ist, dass als Extraktionsmittel fossile Kohlenwasserstoffe wie Benzin oder Hexan verwendet werden (Oellöslichkeit). Obwohl diese Lösungsmittel auf Grund ihrer hohen Flüchtigkeit bei der Aufbereitung des Oeles durch Raffination vollständig entfernt werden, gibt es keinen Markt mehr für die dadurch gewonnenen Öle, weil die Konsumenten naturbelassene, kalt gepresste Öle bevorzugen. Alternative Lösungsmittel, die selber Lebensmittel sind und deshalb allenfalls in Frage kämen, müsste man genauer recherchieren (Baier and Buchli, 2019). Dieser Anteil des Presskuchens wird als vermeidbare Lebensmittelverluste klassifiziert, der Rest als unvermeidbar. Der Energiegehalt der beiden Anteile wird gleich angenommen. Damit wird möglicherweise der **Nährwert der verzehrfähigen Ölverluste (6% der verarbeiteten Kulturen)** unterschätzt.

Zur Ableitung konkreter Massnahmen sind weitere Abklärungen über die Eigenschaften des Presskuchens, die möglichen Verfahren zur Valorisierung sowie die daraus herstellbaren Produkte nötig.

Bei der Verfütterung von Ölkuchen wird angenommen, dass ein Mix aus Gerste-, Weizen- und Soyaschrot-Futtermitteln ersetzt wird, welcher den gleichen Kaloriengehalt hat. Weil Ölkuchen allerdings einen hohen Fettanteil besitzt, muss diese Annahme für weitere Untersuchungen geprüft und allenfalls angepasst werden. Dies könnte die Umwelt-Gutschriften für die Verfütterung von Ölkuchen massgeblich beeinflussen.

Kakao, Kaffee, Tee

Die Studie von Mosberger et al. (2016) hat zwei **Kakao**-Verarbeitungsbetriebe untersucht. Es wird angenommen, dass die dabei ermittelten Daten auch bei der Kaffee- und Tee-Verarbeitung zutreffen. Danach fallen 4.8% der verarbeiteten Rohstoffe als Nebenprodukte an (Trockenmasse). Davon fallen 8% wegen suboptimaler Planung, Überlagerung und menschlichem Versagen an und 12% wegen hoher Konsumanforderungen (z.B. beschädigte Schokoladentafel oder mangelhaft nachgefragtes Kakao-Pulver). Neben diesen vermeidbar klassifizierten Verlusten fallen weitere 40% der Nebenprodukte in Form nicht geniessbarer Anteile an oder sind mit dem aktuellen Stand der Technik nicht vermeidbar. Für die verbleibenden 40% liegen keine Angaben vor. Sie werden entsprechend den bekannten Gründen aufgeteilt. Somit resultieren 33% der Nebenprodukte respektive **1.6% der verarbeiteten Rohstoffe** als **vermeidbare Verluste**.

62% der Nebenprodukte werden verfüttert, knapp 30% in einer Biogasanlage vergärt, die restlichen 8% in der Kehrrechtverbrennung entsorgt (Mosberger et al., 2016).

Milchverarbeitung

Den grössten Anteil der Verluste, welche bei der Milchverarbeitung entstehen, machen Nebenprodukte aus, welche in grösseren Mengen anfallen als sie nachgefragt werden und daher nicht als Lebensmittel verwendet werden. Primär sind das Molke, das Nebenprodukt der Käseherstellung, sowie Buttermilch, das Nebenprodukt der Butterherstellung.

Die anfallenden Mengen an Molke beruhen auf der Massenausbeute von Käse (Frischsubstanz) aus Vollmilch (Milch-Äquivalente) gemäss Schweizer Milchstatistik (12.3%) (SBV, 2009). Für die Energiebilanz gehen wir vom Nährwert von Rohmilch (66.9 kcal/100g) und dem Nährwert von Käse nach Schweizer Konsummix aus (294.2 kcal/100g) (SBV, 2019). Die Differenz zwischen dem Nährwert-Input als Milch und dem Output als Käse entspricht dem Nährwert der anfallenden Molke. Davon geht gemäss Mosberger et al. (2016) **1.7% verloren durch vermeidbare Gründe (suboptimale Technik und Prozessführung, Planungs- und Überlagerungsverluste)**. Vom Rest wird gemäss Kopf-Bolanz et al. (2015) 24% als Molkengetränk oder Molkenpulver verwertet. Weitere 31% werden als Proteinfutter für die Ferkel- und Kälber-Aufzucht verwendet³. Gemäss Angabe der Autoren ist bei dieser Verwertung die spezifische Proteinzusammensetzung der Molke entscheidend, sodass sie nicht problemlos durch pflanzliche Futtermittel substituierbar ist. Sie wird daher hier als unvermeidbar modelliert. Die restlichen 45% der Molke werden an Schweine verfüttert, wobei sie durch pflanzliche Futtermittel substituierbar sind und daher hier als vermeidbare Verluste klassifiziert werden. Somit resultieren bei der **Käseproduktion im Mittel bezogen auf den Nährwert 20% vermeidbare Verluste**, welche in Form von **Molke** an Schweine verfüttert werden.

Bei der Butterherstellung entsteht im ersten Verarbeitungsschritt Rahm und Magermilch. Der Rahm wird in einem zweiten Schritt zu Butter und Buttermilch verarbeitet. Aus persönlich übermittelten, detaillierten Angaben der Milchbilanz 2015 wurde die Menge in der Schweiz produzierter Buttermilch (64'293 t) und ihr Nährwert (37.8 kcal/100g) geschätzt (SBV, 2016) und in Relation zur produzierten Buttermenge gestellt (47'722 t im 2015 mit 751.6 kcal/100g) (SBV, 2019). Daraus resultiert ein Energieanteil der anfallenden Buttermilch von 3.6% der verarbeiteten Rohmilch. Analog zur Käseproduktion werden **1.7% prozessbedingte, vermeidbare Verluste** angenommen (Mosberger et al., 2016). Von der verfügbaren Buttermilch werden gemäss SBV (2016) 37% in Form von Buttermilchkonzentrat in Joghurts und andere Milchprodukte sowie in Form von Buttermilch in Dauermilchwaren und Käse eingearbeitet. Der Rest wird an Tiere verfüttert. **Diese hier als vermeidbar klassifizierten Buttermilchverluste machen 2.3% der Energie der verarbeiteten Milch** aus.

Die **Verluste bei der Produktion von Frischmilch, Joghurts und anderen Milchprodukten** ausser Käse und Butter werden **vernachlässigt**.

mass	energy	kcal/100g	
100%	100%	66.9	Rohmilch
31.9%	1.7%	3.6	vermeidbare Verluste
14.5%	14%	63.3	Molke für Ferkel- und Kälberaufzucht (unvermeidbar)
21.0%	20%	63.3	Molke für Schweinefutter (vermeidbar)
20.3%	11%	35.0	konsumierte Molke
12.3%	54%	294.2	Käse
32.6%	65%	133.8	Käse + konsumierte Molke

Käseherstellung 24% der Molke wird konsumiert,
31% ...als Proteinfutter für die Aufzucht...,
45% ...als Futter für Schweine verwendet.

Abbildung 2: Massen- und Energiebilanz der Verarbeitung von Milch zu Käse und Butter. Erklärungen im Text. Aktualisiert aus Beretta et al. (2017).

³ Falls in Zukunft pflanzliche Futtermittel gefunden werden, welche Molke ersetzen können und eine bessere Ökobilanz aufweisen, oder falls weniger Fleisch produziert wird, müsste auch dieser Anteil der Molke als vermeidbar klassifiziert werden. Dies entspricht einem Potenzial von 40-50 kcal/Person/Tag (4-5% aller Lebensmittelverluste).

	[kcal/100g]	Massen-%	Energie-%	
Rohmilch	67.1 (SBV, 2013)	100%	100%	
Rahm	325.1 (Yazio.de, 2015)	12%	57%	
Magermilch	33.0 (Yazio.de, 2015)	88%	43%	

	[kcal/100g]	Massen-%	Energie-%	Produktion 2015 [t/a]
Rahm	340.0	12%	57%	
Butter	751.6 (SBV, 2013)	4.9%	53%	47'195 (SBV, 2019)
Buttermilch	37.8 (SBV, 2013)	6.7%	3.6%	64'293 (SBV, 2016)

Abbildung 3: Massen- und Energiebilanz der Verarbeitung von Milch zu Rahm, Magermilch, Butter und Buttermilch. Erklärungen im Text. Aktualisiert aus Beretta et al. (2017).

Fleisch und Fisch

Die Verluste im Schlachthof werden der industriellen Verarbeitung zugeteilt, weil Hofschlachtungen in der Schweiz eine vernachlässigbare Minderheit ausmachen.

Die Klassifizierung der Lebensmittelverluste in Redlingshöfer et al. (2019) folgt einer kulturellen Definition, wobei alle essbaren, nicht als Lebensmittel verwerteten Teile von Schlachttieren als vermeidbare Lebensmittelverluste kategorisiert werden, für welche in unserer Kultur ein Markt und somit eine minimale Nachfrage besteht. Die so resultierenden Mengen sind kleiner als bei einer physiologisch oder historisch begründeten Definition. Es gibt also mehr Teile von Tieren mit einem physiologischen Nährwert als in dieser Analyse als Lebensmittelverluste quantifiziert werden und auch die in historischen Zeiten als Lebensmittel genutzten Teile stellen ein grösseres Potenzial dar. Für eine Quantifizierung nach physiologischen und historischen Gesichtspunkten sind aber weitere Untersuchungen nötig.

Die bei Beretta et al. (2013) bilanzierten vermeidbaren Verluste in Schlachtbetrieben sind tiefer und der als Lebensmittel verwertete Anteil der Tiere ist höher als gemäss Redlingshöfer et al. (2019) (siehe violett eingerahmte Zahlen in Abbildung 5 und Abbildung 6). Wir gehen in diesem Bericht von den publizierten Werten von Redlingshöfer et al. (2019) aus, obwohl sie in Frankreich und nicht in der Schweiz erhoben wurden. Die Werte von Beretta et al. (2013) beruhen aber nur auf einem Experteninterview mit einem grösseren Schlachthof im 2011 und sind daher weniger breit abgestützt und 8 Jahre älter als die Daten von Redlingshöfer et al. (2019).

Tierische Nebenprodukte, welche an Nutztiere verfüttert werden, sind bei Redlingshöfer et al. (2019) separat aufgeführt. In diesem Bericht werden sie als vermeidbare Lebensmittelverluste mitgezählt, da sie gemäss Redlingshöfer et al. (2019) beispielsweise durch die Ausdehnung der Nachfrage nach aktuell zu wenig genutzten Nebenprodukten verringert werden können. Als weitere Vermeidungsmassnahmen nennen die Autoren Systemverbesserungen, um essbare Teile besser von Unessbaren abzutrennen sowie um die Inzidenz von kranken und verletzten Tieren beispielsweise durch bessere Tierhaltung zu verringern.

Rind- und Schweinefleisch

Die Zusammensetzung des Tierkörpers aus Schlachtkörper und Nebenprodukten, die Verwertung der tierischen Nebenprodukte und die Kategorisierung in essbare und unessbare Teile wurde von Redlingshöfer et al. (2019) übernommen. Der Anteil des Schlachtkörpers entspricht dabei bis auf 2% Abweichung den Expertenangaben aus einem Interview mit einem Schweizer Schlachthof (SBA, 2011) und der Fachkunde für die Schweizer Fleischwirtschaft (SFF, 2008). Letztere Daten wurden auch verwendet, um den essbaren Anteil des Schlachtkörpers zu quantifizieren.

Die Energiebilanz geht vom mittleren Nährwert der in der Schweiz gemäss SBV (2019) konsumierten Produkte der entsprechenden Nahrungsmittelkategorie aus (bei Rindfleisch ist also auch ein Anteil Kalbfleisch, Pferdefleisch, Schaf und andere in der Bilanz inbegriffen). Diese Angaben beziehen sich nur auf die essbaren Teile, ohne Knochen. Daraus wird in einem ersten Schritt zurückgerechnet auf den mittleren Nährwert des verkaufsfertigen Fleisches, welches teilweise noch Knochen enthält. In einem zweiten Schritt wird der mittlere Nährwert des gesamten Tierkörpers berechnet, wobei vereinfachend angenommen wird, dass die unessbaren Teile des Tieres einen Nährwert von 0 besitzen (auch wenn beispielsweise durch Extraktionsverfahren Nährstoff-

fe für die menschliche Ernährung daraus gewonnen werden könnten). Mangels Kenntnis des genauen Nährwertes der an Tiere verfütterten tierischen Nebenprodukte wird davon ausgegangen, dass diese dem mittleren, berechneten Nährwert des ganzen Tierkörpers entsprechen (tiefer als das verkaufsfertige Fleisch). Für die essbaren Produkte wird aber der mittlere Nährwert des verkaufsfertigen Fleisches angenommen.

Die nicht verfütterten, anderweitig entsorgten (z.B. Biogasanlage) tierischen Nebenprodukte und die unessbaren Teile des Schlachtkörpers werden mit einem Nährwert von 0 kcal/100g bilanziert, da sie als nicht essbar kategorisiert sind und ihr Energiegehalt daher nicht für die Ernährung nutzbar ist. Daraus darf aber nicht geschlossen werden, dass diese keinen Nährwert haben, der für andere Zwecke (z.B. Energieproduktion) genutzt oder in anderen Kulturen als Lebensmittel verwertet oder durch neue Verfahren für die menschliche Ernährung verfügbar gemacht werden kann.

Die **vermeidbaren Verluste beim Schlachten** werden bei Rindfleisch auf **9% des Lebendgewichtes** geschätzt (Abbildung 5) und bei Schweinefleisch auf **6.8% des Lebendgewichtes** (Abbildung 6).

Rindfleisch

SFF (2008), SBA (2011)

Schätzung: Die aus den 32.2% Knochen, Sehnen und Fetten hergestellten Lebensmittel machen etwa 20% von deren Gewicht aus. Der Rest wird als K3 entsorgt.

Lebendgewicht [kg]	688	100%
Schlachtgewicht [kg]	320.5	46.6%
davon Fleisch...	68%	31.6%
davon Knochen, Sehnen, Fett	32%	
davon Lebensmittel	20%	3.0%
Nebenprodukte [kg]	367.6	53.4%
davon essbar [kg]	85.9	12.5%
Total essbar		47.1%

Schweinefleisch

SFF (2008), SBA (2011)

Schätzung: Die aus den 23.9% Knochen, Sehnen und Fetten hergestellten Lebensmittel machen etwa 20% von deren Gewicht aus. Der Rest wird als K3 entsorgt.

Lebendgewicht [kg]	110	100%
Schlachtgewicht [kg]	86.9	79.0%
davon Fleisch...	76%	60.1%
davon Knochen, Sehnen, Fett, Schwarte	24%	
davon Lebensmittel	20%	3.8%
Nebenprodukte [kg]	23.1	21.0%
davon essbar [kg]	14.0	12.7%
davon heute als Lebensmittel verwertet [kg]	11.5	10.4%
Total essbar		76.6%
Total heute als Lebensmittel verwertet		74.3%

Abbildung 4: Massenbilanz der Zusammensetzung der Tierkörper (Lebendgewicht) in Schlachtkörper und tierische Nebenprodukte und Schätzung der essbaren Anteile gemäss SFF (2008) und SBA (2011). Angaben in kg Feuchtsubstanz.

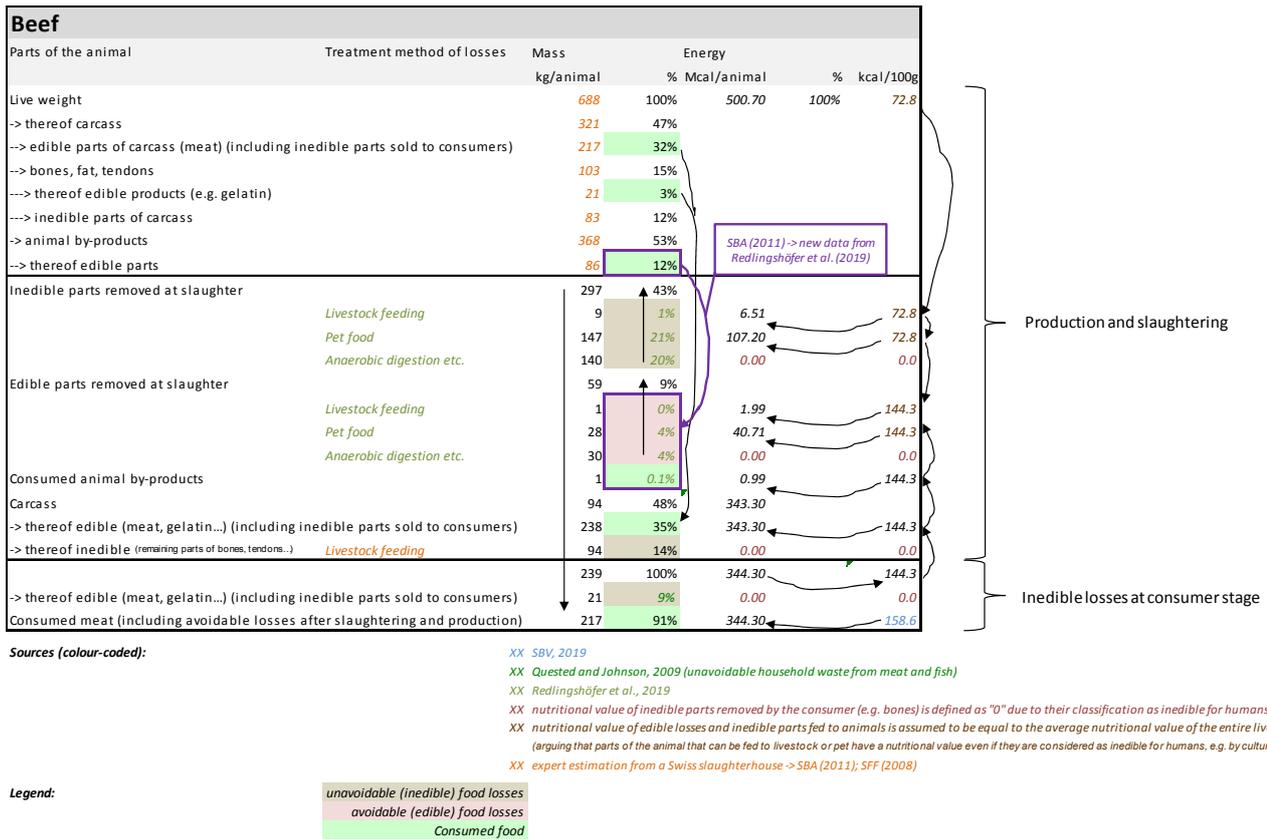
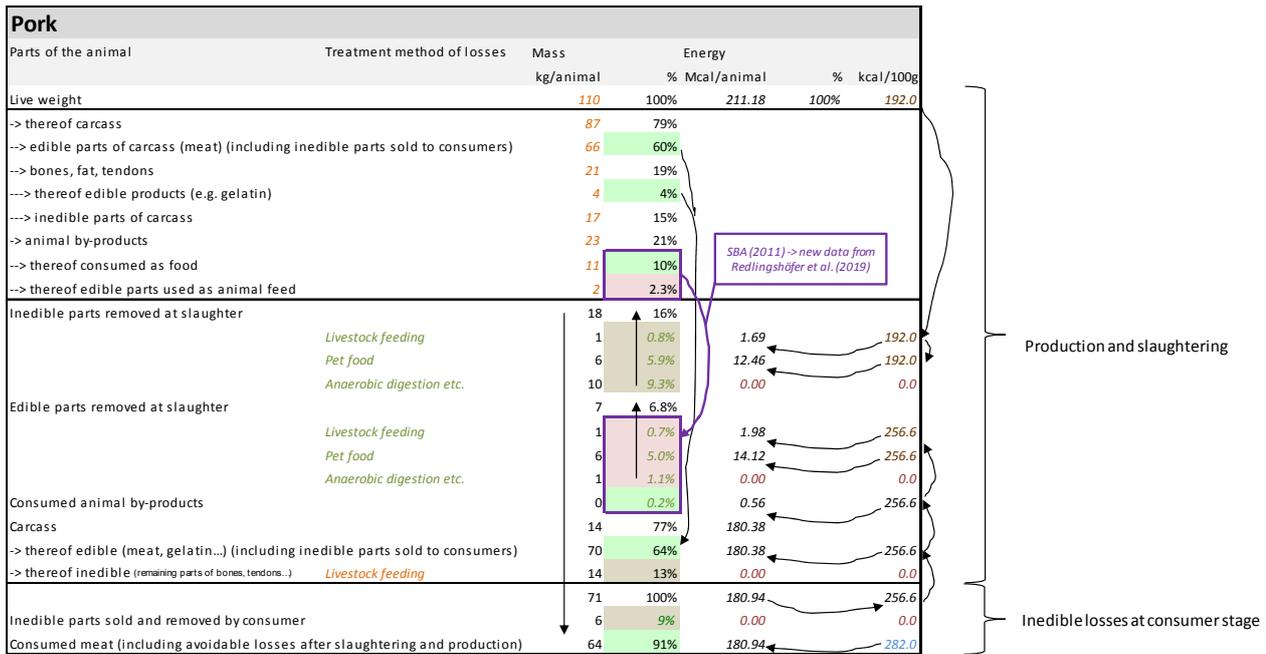


Abbildung 5: Herleitung der Massen- und Energiebilanz der essbaren und unessbaren Teile von Rindern. Kursiv gedruckte Zahlen stammen von der dem Farbcode entsprechenden Quelle, die übrigen Zahlen wurden daraus abgeleitet (teilweise durch Pfeile visualisiert). Die violett eingerahmten Zahlen stammen von 2 unterschiedlichen Quellen. Die untersten drei Zeilen beziehen sich auf essbare und unessbare Teile des verkaufsfertigen Fleisches. Weitere Erklärungen im Text.



Sources (colour-coded):

- XX SBV, 2019
- XX Quedsted and Johnson, 2009 (unavoidable household waste from meat and fish)
- XX Redlingshöfer et al., 2019
- XX nutritional value of inedible parts removed by the consumer (e.g. bones) is defined as "0" due to their classification as inedible for humans
- XX nutritional value of edible losses and inedible parts fed to animals is assumed to be equal to the average nutritional value of the entire live animal (arguing that parts of the animal that can be fed to livestock or pet have a nutritional value even if they are considered as inedible for humans, e.g. by cultural reasons)
- XX expert estimation from a Swiss slaughterhouse -> SBA (2011); SFF (2008)

Legend:

- unavoidable (inedible) food losses
- avoidable (edible) food losses
- Consumed food

Abbildung 6: Herleitung der Massen- und Energiebilanz der essbaren und unessbaren Teile von Schweinen. Kursiv gedruckte Zahlen stammen von der dem Farbcode entsprechenden Quelle, die übrigen Zahlen wurden daraus abgeleitet (teilweise durch Pfeile visualisiert). Die violett eingerahmten Zahlen stammen von 2 unterschiedlichen Quellen. Die untersten drei Zeilen beziehen sich auf essbare und unessbare Teile des verkaufsfertigen Fleisches. Weitere Erklärungen im Text.

Geflügel

Das Vorgehen bei der Bilanzierung von Geflügel entspricht grundsätzlich dem Vorgehen bei Schwein und Rind (vorangehender Abschnitt). Die Aufteilung des gesamten Tierkörpers in essbare und unessbare Teile wurde von einem Experteninterview mit der Stiftung Aviform übernommen, wobei der konsumgewichtete Mittelwert von Poulets für die Zerlegung (65% des Konsums) und Poulets für den Ganzkörper-Verkauf (35% des Konsums) verwendet wurde (Aviform, 2011). Die **vermeidbaren Verluste beim Schlachten** werden auf **5.6% des Lebendgewichtes** geschätzt (Abbildung 8).

Geflügel

aviform (2011)

Poulets zur Zerlegung

Lebendgewicht [kg]	2.2	100%
Schlachtgewicht [kg]	1.5	68.2%
davon Fleisch...	80%	54.5%
davon Knochen, Sehnen, Fett	20%	13.6%
Nebenprodukte [kg]	0.7	31.8%

Poulets für Ganzkörper-Verkauf

Lebendgewicht [kg]	1.7	100%
Schlachtgewicht [kg]	1.0	58.8%
davon Fleisch...	80%	47.1%
davon Knochen, Sehnen, Fett	20%	11.8%
Nebenprodukte [kg]	0.7	41.2%

Anteile am CH-Markt

Poulets zur Zerlegung	65%
Poulets für Ganzkörper-Verkauf	35%

Mittleres Poulet am CH-Markt

Lebendgewicht [kg]	2.0	100%
Schlachtgewicht [kg]	1.3	64.9%
davon Fleisch...	80%	51.9%
davon Knochen, Sehnen, Fett	20%	13.0%
Nebenprodukte [kg]	0.7	35.1%

Abbildung 7: Massenbilanz von Poulets zur Zerlegung und solchen für den Ganzkörperverkauf sowie Konsum-gewichtete Mittelwerte.

Chicken (average of Swiss consumption)					
Parts of the animal	Treatment method of losses	Mass		Energy	
		kg/animal	%	Mcal/animal	% kcal/100g
Live weight		2.0	100%	2.31	100%
-> thereof carcass		1.3	65%		
--> edible parts of carcass (meat)		1.1	52%		
--> bones, fat, tendons		0.26	13%		
Inedible parts removed at slaughter		0.51	25%		
	<i>Livestock feeding</i>	0.08	4.1%	0.09	114.1
	<i>Pet food</i>	0.36	17.8%	0.41	114.1
	<i>Anaerobic digestion etc.</i>	0.07	3.5%	0.00	0.0
Edible parts removed at slaughter		0.11	5.6%		
	<i>Livestock feeding</i>	0.02	0.8%	0.02	146.4
	<i>Pet food</i>	0.07	3.6%	0.11	146.4
	<i>Anaerobic digestion etc.</i>	0.02	1.2%	0.00	0.0
Consumed animal by-products		0.002	0.1%	0.00	146.4
Carcass		1.40	69%	1.67	
-> thereof edible (meat, gelatin...) (including inedible parts sold to consumers)		1.14	56%	1.67	146.4
-> thereof inedible (remaining parts of bones, tendons...)	<i>Livestock feeding</i>	0.3	13%	0.00	0.0
Inedible parts sold and removed by consumer		1.14	100%	1.67	146.4
		0.09	8%	0.00	0.0
Consumed meat (including avoidable losses after slaughtering and production)		1.05	92%	1.67	158.9

Sources (colour-coded):

XX SBV, 2019

XX Quested and Johnson, 2009; aviforum, 2011; Souci et al., 2008 (20-25% inedible parts of the carcass x 35% of the chicken purchased with bones)

XX Redlingshöfer et al., 2019

XX nutritional value of inedible parts removed by the consumer (e.g. bones) is defined as "0" due to their classification as inedible for humans

XX nutritional value of edible losses and inedible parts fed to animals is assumed to be equal to the average nutritional value of the entire live animal (arguing that parts of the animal that can be fed to livestock or pet have a nutritional value even if they are considered as inedible for humans, e.g. by cultural reasons)

XX expert estimation (aviforum, 2011)

Legend:

unavoidable (inedible) food losses
avoidable (edible) food losses
Consumed food

Abbildung 8: Herleitung der Massen- und Energiebilanz der essbaren und unessbaren Teile von Geflügel. Kursiv gedruckte Zahlen stammen von der dem Farbcode entsprechenden Quelle, die übrigen Zahlen wurden daraus abgeleitet (teilweise durch Pfeile visualisiert). Die untersten drei Zeilen beziehen sich auf essbare und unessbare Teile des verkaufsfertigen Fleisches. Weitere Erklärungen im Text.

Legehennen

Gemäss Interview mit Oswald Burch von Gallosuisse wurden im Jahr 2015 **30% der Legehennen wegen mangelnder Nachfrage vergast und energetisch genutzt**. Das Fleisch könnte als Suppenhuhn oder in verarbeiteter Form in Wurstwaren und Aufschnitt verwertet werden (Odermatt, 2015).

Die übrigen Verluste wurden gleich wie bei Geflügel angenommen.

Fisch

Die Massenbilanz der gesamten Tierkörper von Fischen beruht auf der Analyse der Verwertung der Nebenprodukte bei Forellen (Redlingshöfer et al., 2019) unter der Annahme, dass Forellen typisch für alle im Mittel konsumierten Fische sind. Der essbare Anteil beruht auf Umrechnungsfaktoren von Souci (2008). Danach sind 53% des Lebendgewichtes von Forellen und 80% von ausgenommenen, verkaufsfertigen Forellen essbar. Unter der Annahme, dass die Hälfte der Fische als verarbeitete Fische ohne unessbare Teile konsumiert werden, ergibt sich ein mittlerer Rüstfaktor bei den Konsumierenden von 10% der eingekauften Fische.

Der Nährwert der essbaren und unessbaren Teile wird in Analogie zum Vorgehen bei den übrigen Fleischarten aus dem mittleren Nährwert der konsumierten Endprodukte (Fische und Meerestiere) gemäss SBV (2019) geschätzt.

Die **vermeidbaren Verluste bei der Fischverarbeitung** werden auf **9.5% des Lebendgewichtes** geschätzt (Abbildung 9).

Fish (trout)					
Parts of the animal	Treatment method of losses	Mass		Energy	
		kg/animal	%	Mcal/animal	% kcal/100g
Live weight		10.0	100%	8.95	100%
Inedible parts removed at slaughter		2.3	23%		
	Livestock feeding	1.5	14.8%	1.32	89.5
	Pet food	0.6	6.0%	0.54	89.5
	Anaerobic digestion etc.	0.2	2.1%	0.00	0.0
Edible parts removed at slaughter		1.0	9.5%		
	Livestock feeding	0.6	6.1%	0.64	105.0
	Pet food	0.3	2.5%	0.26	105.0
	Anaerobic digestion etc.	0.1	0.9%	0.00	0.0
Consumed animal by-products		0.0	0.0%	0.00	105.0
Edible parts + inedible parts sold at the consumer		5.9	59%	6.18	105.0
Remaining inedible parts	Feeding (assumption)	0.9	9%	0.00	0.0
Inedible parts sold and removed by consumer		5.9	100%	6.18	105.0
		0.6	10%	0.00	0.0
Consumed meat (including avoidable losses after slaughtering and production)		5.3	90%	6.18	116.6
		10.0		8.95	

Sources (colour-coded):

XX SBV, 2019

XX Quedsted and Johnson, 2009; Souci (2008) and own assumptions (see text)

XX Redlingshöfer et al., 2019

XX nutritional value of inedible parts removed by the consumer (e.g. bones) is defined as "0" due to their classification as inedible for humans

XX nutritional value of edible losses and inedible parts fed to animals is assumed to be equal to the average nutritional value of the entire live animal (arguing that parts of the animal that can be fed to livestock or pet have a nutritional value even if they are considered as inedible for humans, e.g. by cultural reasons)

XX estimation for the edible parts of trouts (Souci, 2008)

XX example (depends on the fish)

Legend:

unavoidable (inedible) food losses
avoidable (edible) food losses
Consumed food

Abbildung 9: Massen- und Energiebilanz von Forellen. Das Gewicht von 10kg Lebendgewicht dient als Beispiel. Kursiv gedruckte Zahlen stammen von der dem Farbcodierten Quelle, die übrigen Zahlen wurden daraus abgeleitet (teilweise durch Pfeile visualisiert). Die untersten drei Zeilen beziehen sich auf essbare und unessbare Teile des verkaufsfertigen Fleisches. Weitere Erklärungen im Text.

Unsicherheiten bei der Verfütterung

Die Verwertung als Tierfutter für Haustiere wurde gleich modelliert wie für Nutztiere. Das durch die Lebensmittelverluste substituierbare Futter kann aber je nach Tierart stark variieren. Möglicherweise werden die ökologischen Gutschriften für die substituierten Futtermittel bei der Verfütterung an carnivorische Haustiere deutlich unterschätzt.

Rüstabfälle bei Fleisch und Fisch

Der Anteil unessbarer Teile, welche mit dem Produkt bis zum Endkonsumenten gelangen und erst dort abgetrennt werden, sind aufgrund der Vielzahl von Fleisch- und Fischprodukten im Mittel für den Schweizer Konsum relativ schwierig abzuschätzen. Bei **Geflügel** wird ein Rüstfaktor von 20-25% verwendet, welcher sich auf die Angabe von Souci (2008) und Aviforum (2011) für ein verkaufsfertiges Huhn stützt. Gemäss Aviforum (2011) sind 65% Zerlegungspoulets (dabei werden verschiedene essbare Körperteile einzeln und vorwiegend ohne Knochen verkauft) und 35% Poulets für Ganzkörperverkauf (also inklusive 20-25% unessbaren Teilen wie Knochen). Dementsprechend wird ein mittlerer Rüstfaktor von **8%⁴** geschätzt. Für **Fisch** gehen wir von einer Angabe von 47% unessbare Teile für ganze Fische aus (Wert für Forellen gemäss Souci (2008)). Wir nehmen an, dass die meisten Fische entweder bereits ausgenommen zu den Konsumentierenden gelangen und dabei etwas weniger als die Hälfte anfällt (20%) oder ganz fertig zubereitet sind (0%): wir nehmen als mittleren Rüstfaktor den Durchschnitt von **10%** an.

Gemäss Quedsted and Johnson (2009) fallen bei Fleisch und Fisch 9% unvermeidbare Verluste im Haushalt an. Wenn gemäss der oben genannten Überlegungen die Rüstabfälle von Geflügel auf 9% und bei Fisch auf 10% geschätzt werden, so müssen die Rüstabfälle bei **Schwein** und **Rind** in einem ähnlichen Bereich liegen. Wie übernehmen somit den Wert von Quedsted and Johnson (2009) von **9%**.

⁴ Mittelwert M (25%; 20%) x 35% = 7.9%

2.3.6 Lebensmittelverluste im Detailhandel und in der Gastronomie

Die Verluste im **Detailhandel** wurden in der Studie von Baier and Deller (2014) aufgrund von Interviews mit einigen Filialen von Schweizer Supermärkten auf die gesamte Anzahl Verkaufsfilialen von Supermärkten und Discountern hochgerechnet. Die Daten wurden gemäss Tabelle 3 aufs Referenzjahr 2017 hochgerechnet unter der Annahme, dass die Verluste proportional zur Bevölkerung zugenommen haben. Dabei resultieren vermeidbare Verluste von rund **100'000t**. Diese Schätzung wurde mit den **175'000t** gemäss der aktualisierten Modellierung nach Beretta et al. (2017) **gemittelt**, welche auf vertraulichen Angaben zu Abschreibequoten (abzüglich Lebensmittelspenden, Schenkungen und Verkauf zu reduzierten Preisen) mehrerer Schweizer Supermärkte und einem Discounter in den Jahren 2009-2013 beruht. Die Abschreibequoten können bei neuen elektronischen Warenbestellsystemen sehr zuverlässig quantifiziert werden. Die Verlustraten der Supermärkte wurden entsprechend ihrer Marktanteile gewichtet. Die resultierende Verlustrate der Supermärkte und des Discounters wurden entsprechend der Marktanteile der jeweiligen Branchen gewichtet, weil Discounter tendenziell tiefere Verlustraten aufweisen. Die Zusammensetzung der Verluste nach Lebensmittelkategorien beruht auf Angaben einer Supermarktkette (Beretta et al., 2017).

Die Lebensmittelverluste in der **Gastronomie** beruhen ebenfalls auf den aufs Jahr 2017 hochgerechneten Verlusten gemäss Baier and Deller (2014) welche in Umfragen bei 83 Gastronomiebetrieben in den Kantonen Aargau und Bern eruiert und über die Anzahl Betriebe auf die Schweiz extrapoliert wurden. Beretta & Hellweg (2019) ergänzen die Erhebungen von Baier & Deller mit Messungen und Schätzungen in 959 weiteren Betrieben in der Schweiz, Deutschland, Österreich, Finnland und England. Die Hochrechnung erfolgt spezifisch für den Schweizer Warenkorb, indem die Verlustraten pro Lebensmittelkategorie auf den Konsum in der Schweiz angewendet werden. Dabei wird mit Daten von Baier & Reinhard (2007) zur Anzahl auswärts eingenommener Mahlzeiten geschätzt, dass 17-18% der Mahlzeiten eines durchschnittlichen Schweizers/Schweizerin in einem Gastronomiebetrieb konsumiert werden.

Die aufs Jahr 2017 umgerechneten vermeidbaren Verluste nach Baier and Deller (2014) ergeben **208'000t** (Tabelle 3), die aktualisierten Verluste nach Beretta and Hellweg (2019) **212'000t**. Wir verwenden in diesem Bericht den **Mittelwert**.

Tabelle 3: Lebensmittelabfälle im Schweizer Detailhandel (Bezugsjahre 2009-2011) und in der Schweizer Gastronomie (Bezugsjahr 2013) gemäss Baier and Deller (2014) und Hochrechnung aufs Jahr 2017 in Proportionalität zur Schweizer Bevölkerung.

<i>Baier & Deller (2014)</i>				
Lebensmittelabfälle im Detailhandel		total	vermeidbar	unvermeidbar
2011	[t FS/a]	100'282	95'282	5'000
Hochrechnung auf 2017	[t FS/a]	106'932	101'600	5'332

<i>Baier & Deller (2014)</i>				
Lebensmittelabfälle in der Gastronomie		total	vermeidbar	unvermeidbar
2013	[t FS/a]	289'650	200'000	89'650
Hochrechnung auf 2017	[t FS/a]	301'839	208'416	92'311

2.3.7 Lebensmittelverluste in Haushalten

Die Quantifizierung der Lebensmittelverluste in Haushalten ist relativ aufwändig und kann mit verschiedenen Methoden vorgenommen werden. In dieser Arbeit verwenden wir zwei Berechnungsmethoden. Die erste Berechnungsmethode beruht soweit möglich auf Erhebungen in der Schweiz. Weil die dabei resultierende Schätzung auf relativ kleinen Stichproben beruht und nicht verschiedene Lebensmittelkategorien unterscheidet, führen wir eine zweite Berechnungsmethode durch. Dabei verwenden wir breiter abgestützte Verlustraten einzelner Nahrungsmittelkategorien aus England und wenden sie auf den Schweizer Konsummix an. Die so erhaltene Schätzung ist auf eine grössere Stichprobe abgestützt und berücksichtigt Zubereitungsfaktoren. Ausserdem unterscheidet sie zusätzlich zur ersten Methode Präferenzverluste. Die Resultate dieses Berichtes ergeben sich aus dem Mittelwert der beiden Berechnungsmethoden.

Berechnungsmethode 1

Bei der ersten Berechnungsmethode werden die **Schweizer Kehrrechtsackanalyse** (BAFU, 2014) und **Grüngutstudie** (Hüscher et al., 2018) als Grundlage verwendet für die kommunale Entsorgung vermeidbarer und totaler Lebensmittelabfälle. Anschliessend wurden folgende Schritte durchgeführt (Zahlen in Klammern beziehen sich auf Schritte in Abbildung 10):

- ➔ Hochrechnung auf die Bevölkerung im **Referenzjahr 2017**. (1-5)
- ➔ Ergänzung der **Entsorgungswege im eigenen Haushalt** für vermeidbare Lebensmittelabfälle mit drei Studien aus England (Quested and Johnson, 2009, Quested and Parry, 2017, Gillick and Quested, 2018), einer Studie aus Österreich (Schneider et al., 2012) und einer Studie aus der Schweiz (Delley and Brunner, 2018). Die Studien geben an, dass **33-45% aller vermeidbaren Lebensmittelabfälle** von Haushalten im eigenen Haushalt kompostiert, verfüttert oder über den Abguss entsorgt werden. Wir nehmen den Mittelwert der Ergebnisse aus den drei Ländern an. (6-8)
- ➔ Berechnung der **Präferenzverluste für jeden einzelnen Entsorgungsweg** aufgrund des Verhältnisses von Präferenzverlusten und vermeidbaren Verlusten in verschiedenen Entsorgungswegen bei Quested and Johnson (2009). (9)
- ➔ Berechnung der **unvermeidbaren Verluste bei den Entsorgungswegen im eigenen Haushalt** aufgrund des Verhältnisses von unvermeidbaren und vermeidbaren Verlusten in verschiedenen Entsorgungswegen bei Quested and Johnson (2009). (10)

Diese Berechnungsmethode geht also ausschliesslich von den in der Schweiz erhobenen absoluten Mengen an Lebensmittelabfällen aus (kg/P/a) und ergänzt Präferenzverluste und im eigenen Haushalt entsorgte Verluste unter der Annahme, dass die Verhältnisse zwischen vermeidbaren Verlusten und Präferenzverlusten sowie zwischen verschiedenen Entsorgungswegen gleich sind wie in England und Österreich. Eine Umrechnung gekochter Lebensmittelabfälle in die ursprünglichen Produkte durch entsprechende Zubereitungsfaktoren wurde nicht vorgenommen, weil die Zusammensetzung der Lebensmittelverluste nicht bekannt war. Dies führt beispielsweise bei Stärkebeilagen, welche bei der Zubereitung Wasser aufnehmen, zu einer Überschätzung. Beim Kochen von Gemüse oder beim Lagern der Abfälle können Wasserverluste vorkommen, die eher zu einer Unterschätzung führen.

Eine weitere Unsicherheit besteht in Verlusten, welche bei Mahlzeiten von ausländischen Besucher*innen und Tourist*innen anfallen. Diese werden hier nicht separat berücksichtigt unter der Annahme, dass sich zusätzliche Mahlzeiten von Tourist*innen in der Schweiz und im Ausland eingenommene Mahlzeiten von Schweizer*innen während ihrer Auslandsreisen etwa die Waage halten.

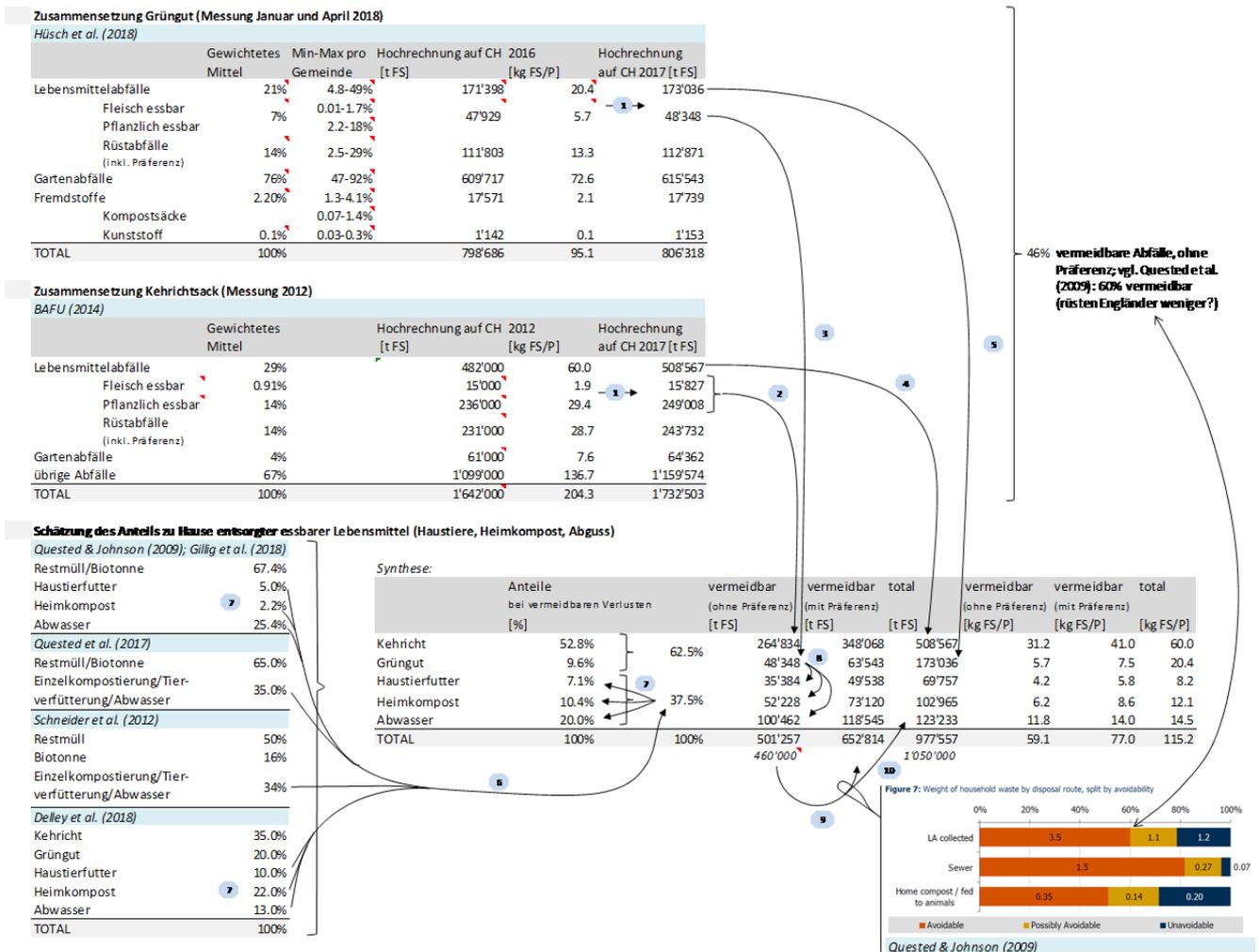


Abbildung 10: Herleitung der Mengen an Lebensmittelabfällen aus Schweizer Haushalten aufgrund der Erhebungen in der Schweiz für Kehricht und Grüngut und Ergänzung der Entsorgung im eigenen Haushalt und Differenzierung von Präferenzverlusten aufgrund von ausländischen Studien (Erklärung im Text).

Berechnungsmethode 2

Die zweite Berechnungsmethode verwendet eher einen Bottom-Up als einen Top-Down-Ansatz: Danach werden **Verlustraten** in den verschiedenen Lebensmittelkategorien **auf den Schweizer Konsummix angewendet**; die Verlustraten wurden durch **Sortieranalysen** in Kombination mit Interviews bei **2'138 zufällig ausgewählten Haushalten** über je **4 Wochen** in **9 Gemeinden in England und 2 Gemeinden in Wales** im 2007 erhoben (Ventour, 2008).

Der Nachteil dieser Methode ist, dass die Erhebungen in England durchgeführt wurden und somit die Ergebnisse von der **Annahme** ausgehen, **dass Englische und Schweizer Haushalte gleich verschwenderisch mit dem eingekauften Essen umgehen**. Der Vorteil dieser Berechnungsmethode liegt hingegen in der viel grösseren Stichprobe. Mit der Stichprobengrösse von über 2'000 Sortieranalysen erreichen die Autoren ein **95%-Konfidenzintervall von ±2.1%**. Dabei sind unübliche Ereignisse wie Weihnachten, Ostern und Ferienzeiten nicht angemessen berücksichtigt. Deshalb wurden die Verlustraten aus den 2'138 Sortieranalysen skaliert proportional zur Menge an Lebensmittelabfällen, welche in **über 100 Abfallsackanalysen zu verschiedenen Jahreszeiten in allen verschiedenen Gemeindetypen und Landesteilen von England und Wales** eruiert wurde (dabei wurden essbare und unessbare Teile sowie Lebensmittelkategorien nicht unterschieden). Hiermit ist die Datengrundlage für die Quantifizierung viel breiter als in der Schweizer Grüngut- (einige Gemeinden) und Kehrichtsackstudie (33 Gemeinden). Ein weiterer Vorteil der in England angewandten Methodik ist die Charakterisierung der Haushalte in den Interviews. Dadurch konnte die Hochrechnung **Unterschiede bei verschiedenen Typen von Haushalten** (Einzelhaushalte, Wohngemeinschaften, Familien mit Kindern...) berücksichtigen. Die Unterscheidung von **13 verschiedenen Lebensmittelgruppen** in Ventour (2008) für ver-

meidbare Verluste, Präferenzverluste und unvermeidbare Verluste sowie von **44 Lebensmittelkategorien** in Defra (2010) für vermeidbare Verluste ermöglicht zudem eine genauere Analyse der durch die Verschwendung verursachten Umweltauswirkungen.

Bei der Berechnung der Verlustraten aus den gemessenen Verlustmengen und den Einkaufsmengen wurden bei den wichtigsten Produktgruppen Änderungen im Wassergehalt aufgrund typischer **Zubereitungsfaktoren** vorgenommen (Reis, Pasta, Porridge...). **Fallobst** und anderes in grossen Mengen vorgefundenes Obst und Gemüse, welches **aus eigenem Anbau** im Garten zu stammen schien, wurde **nicht mitgerechnet**, weil es möglicherweise bereits bei der Ernte nicht geniessbar war.

Tabelle 4: Herleitung der Verlustraten pro Lebensmittelkategorie aus Erhebungen (vorwiegend bei Englischen Haushalten)

	Lebensmittelverluste: I = vermeidbar, II = Präferenz, III = unvermeidbar			Kommentar/Quellen
	I	II	III	
<i>(1) Quested & Johnson (2009); (2) defra (2010) [Studien in englischen Haushalten]</i>				
<i>(3) Willersinn et al. (2015) [Dissertation über Kartoffeln in der Schweiz]</i>				
<i>(4) Souci et al. (2008) [Buch mit einem Inventar von Rüstfaktoren]</i>				
Tafeläpfel	22.6%	11.8%	4.4%	I: (2) für Äpfel; II/III: Messung von Präferenzverlusten als Differenz der unvermeidbaren Verluste beim grosszügigen (14.2% des frischen Apfels) und durchschnittlichen Rüsten (4.4%) von Äpfeln und Annahme, dass ein Drittel der Leute durchschnittlich rüstet und nicht schält, ein Drittel grosszügig rüstet und nicht schält und ein Drittel zusätzlich schält (15.5% Schale).
Apfelsaft	7.0%	0.0%	0.0%	(1) für Getränke
übriges Frischobst	19.0%	3.0%	20.0%	(1) für frisches Obst
Fruchtsäfte	7.0%	0.0%	0.0%	(1) für Getränke
Beeren	12.4%	2.0%	2.0%	I: (2) für "soft fruits"; I/II: proportional zu frischen Früchten; III: (4) für Mischung aus Brom-, Him-, Heidel-, Erd-, Johannisbeeren, Cassis
exotische Früchte	20.2%	3.3%	15.1%	I: (2) (Mittelwert zwischen Bananen, Exoten, Zitrusfrüchten); I/II und I/III proportional zu frischen Früchten angenommen
verarbeitete Früchte	15.8%	0.0%	0.0%	(1) für verarbeitete Früchte
Kartoffeln	8.2%	7.6%	9.0%	(3) für verarbeitete und frisch konsumierte Kartoffeln
Frischgemüse	20.5%	19.3%	9.0%	I, II: (1); III: Mischung aus (4) und (1)
Hülsenfrüchte	14.0%	19.3%	9.0%	Annahme: wie Lagergemüse
Lagergemüse	14.0%	19.3%	9.0%	I: Annahme wie verarbeitetes Gemüse, weil besser haltbar als Frischgemüse; II/III: Annahme wie Frischgemüse, weil das Gemüse gerüstet wird
verarbeitetes Gemüse	14.0%	0.0%	0.0%	(1) wie verarbeitete Gemüse & Salate
Brote & Backwaren	32.4%	5.7%	0.0%	(1) für "breads and pastries"
Pasta	27.3%	0.0%	0.0%	I: (2); II/III: Annahme vernachlässigbar
Reis	27.3%	0.0%	0.0%	I: (2); II/III: Annahme vernachlässigbar
Mais	14.0%	0.0%	6.8%	III: Annahme, dass twa 15% des Maises zu Hause gerüstet wird (Ausbeute 55% gemäss SBV, 1983) -> 45% x 15% = 6.8%; I: wie Lagergemüse; II: keine
Süssigkeiten	12.0%	0.0%	0.0%	(1) für "cake & desserts"
pflanzliche Öle und Fette	3.7%	11.9%	1.1%	(1) für "oil & fat"
Nüsse, Samen	5.6%	0.0%	0.3%	(1) für "confectionary & snacks" (evtl. Schalen in III unterschätzt)
Milch	7.9%	0.0%	0.0%	I: (2) für "milk, milk products and substitutes"
Käse & Molke	12.6%	0.0%	3.0%	I: (2) für "cheese"; III: 5% Rinde bei Hartkäse (SBV, 2011); Rinde bei Weichkäse essbar
Butter & Magermilch	6.9%	0.0%	0.0%	I: (2) für "dairy fats and substitutes"
Eier	8.8%	0.0%	13.8%	I: (2) für "eggs"; III: Eierschalenanteil nach SBV (2019)
Schweinefleisch	12.6%	3.6%	9.0%	I: (2) für "meat products and sausages"
Geflügel	12.3%	3.5%	7.9%	I: (2) für "red meat"
Rindfleisch	8.8%	2.5%	9.0%	I: (2) für "poultry"
Fische & Schalentiere	10.1%	2.9%	10.0%	I: (2) für "fish"
Kaffee, Kakao	5.6%	0.0%	0.3%	(1) für "confectionary & snacks" (Kaffeersatz nicht inbegriffen)
Gewichteter Mittelwert	7.5%	—	2%	

III: siehe Kapitel "Lebensmittelverluste in der Verarbeitungsindustrie, Rüstabfälle bei Fleisch und Fisch"

Die vermeidbaren Verluste gemäss der ersten Berechnungsmethode liegen 20-30% tiefer als gemäss der zweiten Berechnungsmethode (82 kg/P/a versus 114 kg/P/a). In diesem Bericht wird der Mittelwert der beiden Methoden verwendet.

Vermeidbarkeit

Gillick and Quedsted (2018) und Nicholes et al. (2019) haben eine **neue Klassifizierung** von vermeidbaren und unvermeidbaren Lebensmittelverlusten **aufgrund von Umfragen bei Konsumierenden** eingeführt. Dabei wurden Leute befragt, welche Teile von Lebensmitteln sie normalerweise essen und welche Teile sie als essbar betrachten. Teile von Lebensmitteln, welche mehr als die Hälfte der Befragten für essbar hielten, werden danach als vermeidbar klassifiziert.

Es wird bei dieser Klassifizierung im Gegensatz zur bisherigen Methodik in England (Quedsted and Parry, 2017) keine Unterscheidung mehr zwischen vermeidbaren („avoidable“) und Präferenzverlusten („possibly avoidable“) gemacht.

Die neue **Abgrenzung von unvermeidbaren Verlusten stimmt mit wenigen Ausnahmen mit der vorangehenden Einteilung überein**. Kleine Änderungen sind beispielsweise der Blumkohlstengel, der neu als vermeidbar klassifiziert wird, und Öl mit primärem Zweck der Haltbarmachung (z.B. in Fischdosen), welches neu als unvermeidbar kategorisiert wird⁵ (Nicholes et al., 2019). Zudem werden bei der neuen Methodik Lebensmittel mit essbaren *und* unessbaren Teilen (z.B. ganze Ananas) in essbare und unessbare Teile aufgeteilt, im Gegensatz zur bisherigen Zuordnung der ganzen Lebensmittel zum überwiegenden Anteil. Aus diesen beiden Gründen fallen die vermeidbaren Verluste nach der neuen Methodik eher tiefer aus (Gillick and Quedsted, 2018).

Weil die neue Methodik nicht mehr zwischen vermeidbaren und Präferenz-Verlusten unterscheidet, verwenden wir die bisherige Einteilung, um die in der Schweiz nicht separat erhobenen Präferenzverluste aufgrund des Verhältnisses von vermeidbaren Verlusten *ohne Präferenzverluste* und Präferenz-Verlusten für jede Nahrungsmittelkategorie abzuschätzen (siehe Abbildung 10, Schritt 9).

Bei der Schweizer Kehrachtsackanalyse ist nicht genau dokumentiert, wie die Grenze zwischen essbaren Abfällen und Rüstabfällen bei den Sortierungen gehandhabt wurde (BAFU, 2014). Bei Berechnungsmethode 1 (siehe vorangehender Abschnitt) wurde angenommen, dass ähnlich wie bei der Grüngutstudie sortiert wurde (Hüsch et al., 2018) und Präferenzverluste nicht inbegriffen sind. **Delley and Brunner (2018)** haben hingegen angenommen, dass Präferenzverluste bei den in der Kehrachtsackanalyse als essbar klassifizierten Lebensmittelabfällen bereits inbegriffen sind, und haben die Zahlen aufgrund des in Umfragen ermittelten Anteils aller Haushalt-Lebensmittelabfälle, den Schweizer Haushalte im Kehrcht entsorgen, auf die Gesamtmenge hochgerechnet. Die so ermittelten **89.4 kg essbare Lebensmittelabfälle pro Person und Jahr** liegen sehr nahe an den **91.8 kg**, welche wir **in diesem Bericht** schätzen.

Für zukünftige Sortieranalysen wird empfohlen, die neue Einteilung gemäss Gillick and Quedsted (2018) und Nicholes et al. (2019) zu verwenden (detaillierte Auflistung von essbar und unessbar klassifizierten Teilen sind in Appendix D von Gillick and Quedsted (2018) dokumentiert). So können die Unsicherheiten von **Präferenzverlusten**, welche gemäss Quedsted and Johnson (2009) **zwischen 15% und 20% aller Lebensmittelabfälle** in Haushalten ausmachen, verringert werden.

2.3.8 Lebensmittelverluste pro Kopf und Hochrechnung auf die Schweiz

Die **Lebensmittelverluste in Kilogramm pro Person und Jahr** sind mit **329 kg/P/a** konsistent mit Beretta et al. (2017) (325 kg/P). Die konsumierten Lebensmittel liegen in diesem Bericht etwas höher als bei Beretta et al. (2017) (568 gegenüber 550 kg/P). Dies kommt daher, dass bei relativ konstanten Einkaufsmengen die Verluste im Haushalt aufgrund der aktuellen Studien tiefer ausfallen als bei Beretta et al. (2017) und somit der verbleibende Konsum etwas grösser wird. In Kilogramm ausgedrückt gehen somit **37 % der essbaren Lebensmittel verloren**. Der Energiewert der Verluste ist ebenfalls etwa gleich geblieben (1'166 gegenüber 1'170 kcal/P/Tag). Der **Anteil der Lebensmittelverluste an den verfügbaren Kalorien** liegt mit **33%** immer noch im Bereich von einem Drittel (vgl. 34% bei Beretta et al.).

Die Quantifizierung der verfügbaren Lebensmittel aus Inlandproduktion und Importen erfolgt neu mit den mittleren statistischen pro-Kopf-Konsumdaten der Jahre 2016 und 2017⁶ und wird hochgerechnet aufgrund der ständigen Wohnbevölkerung von 2017 (8'482'152 Einw.) (bei Beretta et al. wurde mit der Bevölkerung von 7'940'662 Einw. im 2012 gerechnet). Wegen des **Bevölkerungswachstums zwischen 2011 und 2017 um 6%** steigt die geschätzte landesweite Menge an Lebensmittelverlusten von 2.6 mio Tonnen im 2011 auf **2.8 mio Tonnen** im 2017.

⁵ Table 1 in Nicholes et al. (2019)

⁶ es wurden bewusst zwei Jahre gemittelt, um jährliche Schwankungen zu verringern

2.3.9 Lebensmittelspenden

Bei der Quantifizierung der Lebensmittelspenden ist es mit den bestehenden Daten nicht ganz einfach, Doppelzählungen auszuschliessen. Tischlein deck dich liefert eine detaillierte Dokumentation der selber gesammelten und von anderen Spendeneinrichtung erhaltenen Produkte und ebenso der selber verteilten, der entsorgten und der an andere Spendeneinrichtungen weitergegebenen Lebensmittel. Bei den übrigen Spendeninstitutionen ist die Angabe der verteilten Lebensmittelspenden nicht genauer spezifiziert und enthält teilweise Produkte, welche über mehrere Institutionen verteilt werden (Stähli, 2019).

Die Schätzung in diesem Bericht berücksichtigt Tischlein deck dich (Verteilung an eigenen Abgabestellen 3'547t im 2018), die Schweizer Tafel (3'773t eingesammelt im 2018, wovon 132.5t über Tischlein deck dich verteilt wurden) (Schmid, 2019), Partage (907t im 2018) sowie eine grobe Schätzung von 1'000t, welche Caritas neben vom regulären Markt bezogenen Produkten verteilt (Caritas_Luzern, 2011), und 1'000t, welche über weitere lokale Institutionen verteilt werden. Die Lebensmittelspenden von Tables du Rhône (www.tablesdurhone.ch/) sind bei der Statistik von Tischlein deck dich und der Schweizer Tafel inbegriffen (Stähli, 2019).

Datenlücken:

2.3.10 Lebensmittelverluste unterwegs

Gemäss der nationalen Ernährungserhebung menuCH sind Zwischenmahlzeiten sehr beliebt: Über 80 % der Befragten gaben an, sich pro Tag mindestens eine Zwischenmahlzeit zu gönnen (Bochud et al., 2017). Ein Grossteil von solchen Zwischenmahlzeiten sowie auch gewisse Hauptmahlzeiten werden unterwegs eingenommen, wobei allfällige Essensreste unterwegs anfallen (im Zug, auf Bahnhöfen und öffentlichen Plätzen, in Büros etc.). Diesen Entsorgungsweg zu quantifizieren ist sehr schwierig. Ein Ansatz wäre, die Verluste in öffentlichen Abfalleimern zu messen. Dabei entsteht aber das Problem der Bezugsgrösse. Sogar wenn durch Hochrechnung die Nahrungsmittelabfälle einer ganzen Stadt in öffentlichen Eimern geschätzt werden, ist nicht klar, von wie vielen Personen diese Abfälle stammen, weil hierzu die Anzahl Touristen und auswärtiger Personen sowie die Abwesenheit einheimischer Personen bekannt sein müsste. Einen anderen Ansatz bieten Befragungen. Hierbei besteht die Herausforderung darin, dass Selbsteinschätzungen keine objektive Quantifizierung ermöglichen, da die Befragten durch die Fragestellung beeinflusst werden.

Wegen diesen methodischen Schwierigkeiten und dem Mangel entsprechender Erhebungen wurden Lebensmittelverluste unterwegs ignoriert, was zu einer **Unterschätzung der Verluste von Konsumierenden** führt. Daher sollten zukünftige Erhebungen zumindest die Grössenordnung dieser Verluste abschätzen.

2.3.11 Potenzial an ungeernteten Gemüsen und Früchten

Es gibt bisher keine Studien zum Potenzial ungeernteter Gemüse und Früchte in der Schweiz. Eine Bachelorarbeit hat anhand von Fallbeispielen und Interviews das Potenzial ungeernteter Früchte untersucht (Henz, 2016). Die Ergebnisse zeigen, dass das Potenzial **bei Niederstammobstanlagen nur im Bereich von wenigen Prozenten** liegt. Hingegen bei Hochstammobstanlagen liegt das Potenzial deutlich höher. Expertenbefragungen ergaben für das **Fallbeispiel** einer Gemeinde, dass **25-30% der Hochstammobstbäume nicht abgeerntet** werden. Hauptgründe seien u.a. Direktzahlungen, welche für die Pflege und nicht für die Ernte von Hochstammobstbäumen vergeben werden, sowie relativ tiefe Obstpreise.

Es gibt verschiedene Massnahmen auf politischer und individueller Ebene, um die Verluste zu reduzieren. Politisch könnten beispielsweise Direktzahlungen nicht nur an die Pflege, sondern an die Pflege *und* die Ernte von Hochstammobstbäumen gebunden werden. Auf privater Ebene könnten Internetplattformen für Obstsharing wie beispielsweise „Mein Obstgarten“ (<https://www.meinobstgarten.ch/>) helfen, Konsumenten die Zeit zum Ernten haben und ungeerntete Obstbäume zusammenzubringen. Um die mögliche Wirkung solcher Massnahmen abzuschätzen und die Massnahmen zu priorisieren, sollten Studien zur Abschätzung des quantitativen Potenzial durchgeführt werden. Eine regionale Aufschlüsselung wäre dabei wünschenswert.

In den aktuellen Erhebungen wurde das Potenzial ungeernteter Gemüse und Früchte mangels Daten ignoriert, was zu einer **Unterschätzung der Verluste in der Landwirtschaft** führt.

2.3.12 Überernährung, Übergewicht

Gemäss der letzten nationalen Ernährungserhebung leiden in der Schweiz **über 40% der Männer** und **knapp 20% der Frauen** an **Übergewicht** (Bochud et al., 2017). Der **Verzehr der überschüssigen Kalorien** gegenüber einer ausgewogenen Ernährung, welche kein Übergewicht verursacht, kann **im weiteren Sinne** als **Lebensmittelverschwendung** betrachtet werden. Eine Änderung der Essgewohnheiten könnte nämlich den Nahrungsmittelkonsum reduzieren und somit die Umweltauswirkungen der Ernährung verringern. Die Integration dieser Daten in die vorliegende Arbeit würde zu einer **Erhöhung der Verluste auf Stufe der Konsumierenden** führen.

Um die potenzielle Wirkung entsprechender Massnahmen abschätzen zu können, müsste der konsumierte Warenkorb von übergewichtigen Menschen mit dem Warenkorb gemäss Ernährungsempfehlungen verglichen werden. Aus der Differenz kann der mögliche Umweltnutzen einer Änderung der Essgewohnheiten abgeschätzt werden. Gleichzeitig würde diese Massnahme die Anfälligkeit für viele durch Übergewicht begünstigte Krankheiten verringern.

2.3.13 Umwandlungsverluste bei der Verfütterung von Futtermitteln von ackerbaufähigen Flächen

Ein effizientes Ernährungssystem zeichnet sich dadurch aus, dass aus minimalen natürlichen Ressourcen möglichst viele Menschen ausgewogen ernährt werden können. Dies lässt einen grossen Interpretationsspielraum je nach Definition einer „ausgewogenen“ Ernährung. In Anbetracht der Ernährungsempfehlungen, welche für einen tieferen durchschnittlichen Fleischkonsum sprechen, gibt es aber kein gesundheitliches Argument, welches das heutige Niveau an Fleischkonsum in der Schweiz als notwendig rechtfertigen würde. Der hohe Fleischkonsum ist daher nur durch Esspräferenzen bedingt.

Gemäss Beretta (2012) stammt auf den Nährwert bezogen rund ein Drittel der Futtermittel, welche in der Schweiz an Nutztiere verfüttert werden, **von ackerbaufähigen Flächen**. Auf diesen Flächen könnten **direkt pflanzliche Lebensmittel** angebaut werden **mit einem deutlich höheren Kalorienoutput** als mit der heutigen Umwandlung von Futtermittel in Fleisch. Die **Differenz könnte im weiteren Sinne als Präferenzverluste definiert werden**, welche durch das Angebot der Lebensmittelindustrie, durch Werbung sowie durch die Nachfrage der Konsumierenden verursacht werden.

2.4 Ökobilanzanalyse

Die Analyse der Umwelteffekte der Lebensmittelverschwendung erfolgt nach der gleichen Methodik wie die Ökobilanzanalyse der Dissertation von Beretta (2018). In den nachfolgenden Kapiteln werden einige für die Interpretation der Resultate wichtige Grundprinzipien der Methodik erläutert. Für Details verweisen wir aber auf Beretta (2018) sowie Beretta et al. (2017).

2.4.1 Allokation der Umweltauswirkungen

Die Umweltauswirkungen des aktuellen Ernährungssystems werden innerhalb der untersuchten Lebensmittelkategorien aufgrund des Nährwertes auf die konsumierten Lebensmittel und die Lebensmittelverluste aufgeteilt. Dies impliziert, dass eine Kalorie eines Lebensmittels durch eine Kalorie eines Lebensmittels innerhalb der gleichen Lebensmittelkategorie substituiert werden kann. Die Methodik beruht auf der vereinfachenden Annahme, dass Kalorien ein relativ guter Indikator für den Nährwert von Lebensmitteln sind.

Als Ergebnis dieser Methodik bekommen Lebensmittelverluste soviel Umweltauswirkungen zugeordnet, wie durch ihre Verwertung als Lebensmittel eingespart werden könnten. Bei Präferenzverlusten wird eine Kalorie Lebensmittelverluste gleich bewertet wie eine Kalorie der verzehrten Lebensmittel der gleichen Kategorie (eine Kalorie Käse kann also durch eine Kalorie Molke und eine Kalorie Apfel kann durch eine Kalorie Apfelschalen ersetzt werden).

Je nach Verhaltensänderung, welche zur Reduktion von Lebensmittelverlusten führt, kann sich der Warenkorb der konsumierten Lebensmittel verändern (z.B. könnte die Verarbeitung von Früchten zu Konfitüre den Brotkonsum fördern). Solche Interaktionen werden hier nicht berücksichtigt.

2.4.2 Umwelt-Gutschriften für die Verwertung von Lebensmittelverlusten

Bei der Verwertung von Lebensmittelverlusten entstehen je nach Verwertungsmethode Outputs, welche andere Produkte substituieren können. Die Umweltauswirkungen der Produktion dieser substituierten Produkte werden den Lebensmittelverlusten als Umwelt-Gutschriften angerechnet und von den Umweltauswirkungen der Verwertung abgezogen (z.B. Methan-Emissionen beim Kompostieren).

Bei der Verfütterung von Lebensmittelverlusten wird die Produktion sowie der Transport von Futtermitteln substituiert. Dies wird mit einem Optimierungstool modelliert, welches für verschiedene Lebensmittelverlustkategorien die für eine maximale Kosten- und Klimaeffekt-Einsparung optimale Futtermittelzusammensetzung aus Gerste, Weizen und Proteinfutter mit dem gleichen Nährwert definiert (Vadenbo et al., 2016). Es wird dabei der Protein-, Lysin-, Energie-, Phosphor- und Ballaststoffgehalt berücksichtigt. Die Lebensmittelverluste werden eingeteilt in Früchte und Gemüse, Getreide, Kartoffeln, Milch, Molke und Fleisch. Die übrigen Lebensmittelkategorien werden einer dieser Kategorien zugeordnet und proportional zum mittleren Energiegehalt skaliert (eine Kalorie Käse kann demnach die gleichen Futtermittel substituieren wie eine Kalorie Milch).

Bei der Verwertung von Lebensmittelverlusten in Kehrrechtverbrennungsanlagen (KVA) wird Strom (Schweizer Konsummix) sowie Wärme (mittlerer Nutzungsgrad in Schweizer KVAs) substituiert, wobei Erdgas als substituierte Energiequelle angenommen wird. Bei Biogasanlagen wird ebenfalls Strom und Wärme substituiert. Für das dabei entstehende Gärgut sowie für den Kompost aus Kompostierungsanlagen werden übliche Handelsdünger (Stickstoff, Phosphor, Kalium) und Torf (Effekt der organischen Substanz zur Verbesserung der Bodenstruktur) substituiert. Weitere Details und Annahmen sind in Beretta et al. (2017) dokumentiert.

2.4.3 Klimaeffekte

Klimaeffekte geben an, wie stark ein Prozess oder ein Produkt zur Klimaerwärmung beiträgt. Die Klimaeffekte werden gemäss IPCC (2013) berechnet und sind ein Mass für die Treibhausgase, welche in die Atmosphäre ausgestossen werden. Sie werden in Form von Kohlendioxid-Äquivalenten angegeben (CO₂-eq).

2.4.4 Umweltbelastungspunkte

Umweltbelastungspunkte sind ein Mass für die Gesamtumweltbelastung, welche durch Prozesse oder Produkte verursacht werden. Sie werden nach der Methode der ökologischen Knappheit von Frischknecht et al. (2013) berechnet. Folgende Umweltauswirkungen werden berücksichtigt:

- Emissionen in Luft, Wasser und Boden (stoffliche Emissionen und Lärm)
- Ressourcenverbrauch, charakterisiert als Primärenergieverbrauch, Schadenspotenzial für die Biodiversität und Erschöpfung der Ressourcen
- Sonderabfälle und radioaktive Abfälle

Die entsprechenden Umweltauswirkungen werden anhand von (vorwiegend Schweizerischen) politischen Zielwerten gewichtet. Je mehr die aktuellen Emissionen respektive der Ressourcenverbrauch das gesetzte Umweltschutz-Ziel überschreiten, desto stärker wird die Umweltauswirkung gewichtet. Die so für die einzelnen Umweltauswirkungen berechneten Ökofaktoren werden zu einem eindimensionalen Ergebnis von „Umweltbelastungspunkten“ aggregiert (Frischknecht et al., 2013).

2.4.5 Biodiversitätseffekte aufgrund des Land- und Wasserverbrauchs

Die regionalisierten Biodiversitätseffekte der Landnutzung werden berechnet, indem die Artenvielfalt im natürlichen Ökosystem ohne menschlichen Einfluss verglichen wird mit der Artenvielfalt auf der genutzten Landwirtschaftsfläche, wobei eine geographische Auflösung von 10x10 km berücksichtigt wird. Die Differenz wird als Biodiversitätsverlust bezeichnet. Dabei werden Arten von 5 taxonomischen Gruppen berücksichtigt (Säugetiere, Vögel, Reptilien, Amphibien, Pflanzen). Für die Methode in diesem Bericht werden global seltene Arten mit kleinerem Verbreitungsgebiet stärker gewichtet als häufige Arten mit grossem

Verbreitungsgebiet. Die Methode ist somit ein Mass für den globalen, nicht für den regionalen Artenverlust (Chaudhary et al., 2015, Chaudhary et al., 2016a).

Die regionalisierten Biodiversitätseffekte der Wassernutzung werden mit der Methode von Scherer and Pfister (2016) und Pfister and Bayer (2014) berechnet. Danach wird zuerst die Menge an Bewässerungswasser abgeschätzt aufgrund des monatlichen Niederschlages einer Region, des minimalen Wasserbedarfs der Pflanzen für ein optimales Wachstum und dem Anteil der Landwirtschaftsfläche, auf der bewässert wird. Für den Effekt auf die Biodiversität wird zudem berücksichtigt, welcher Anteil der vorkommenden Arten durch Wasser limitiert ist (genauere Angaben sind den entsprechenden Quellen zu entnehmen).

Weil der Land- und Wasserverbrauch bei der landwirtschaftlichen Produktion am grössten ist (Bewässerung, Anbaufläche) und auf den übrigen Stufen der Lebensmittelkette weniger ins Gewicht fällt (Transporte, Infrastruktur, Reinigungswasser etc.), werden hier die Auswirkungen ausserhalb der landwirtschaftlichen Produktion einfachheitshalber vernachlässigt. Dies führt bezüglich der Auswirkungen der Versorgungskette und von Food Waste-Entsorgungsprozessen tendenziell zu einer Unterschätzung der Auswirkungen. Bezüglich der von Food Waste substituierten Produkte führt es hingegen zu einer Überschätzung der Auswirkungen der Lebensmittelverluste. Diese ist am relevantesten bei der Substitution von Futtermitteln, deren Produktion mit Anbauflächen und Bewässerung verbunden ist.

2.5 Kosten von Lebensmittelabfällen in Haushalten

Für die Berechnung der Kosten von Lebensmittelabfällen in Schweizer Haushalten werden als Grundlage die Haushalts-Budget-Erhebungen der Jahre 2009-2013 verwendet (BFS, 2015), weil diese den grössten Datensatz über die Nahrungsmittelausgaben für Lebensmittel in der Schweiz darstellen.

Um daraus die Ausgaben für die Lebensmittel abzuschätzen, welche nicht gegessen werden, muss die Zusammensetzung der Lebensmittelverluste berücksichtigt werden. In der Haushaltsbudgeterhebung werden über 90 Lebensmittelkategorien und nicht-alkoholische Getränke unterschieden. Diese werden den 33 bei Beretta et al. (2017) unterschiedenen Lebensmittelkategorien zugeordnet. Anschliessend werden zwei Vorgehensweisen angewendet: Im ersten Fall werden die Haushaltsausgaben für Lebensmitteleinkäufe innerhalb der 33 Lebensmittelkategorien von Beretta et al. (2017) aufsummiert und jeweils mit der Food Waste-Rate (Anteil der Einkäufe, der nicht gegessen wird) pro Lebensmittelkategorie multipliziert. Im zweiten Fall werden die entsprechenden Ausgaben durch die eingekauften Mengen, welche in der Haushaltsbudgeterhebung ebenfalls quantifiziert werden, geteilt. Die so ermittelten Lebensmittelpreise aller 33 Lebensmittelkategorien werden mit den entsprechenden jährlichen Food Waste-Mengen multipliziert.

Der Vorteil der ersten Vorgehensweise ist, dass die Unsicherheiten der Mengenangaben der Haushaltsbudgeterhebung nicht einfließen. Stattdessen entsteht aber eine zusätzliche Unsicherheit dadurch, dass sie auf Food Waste-Raten beruht und nicht wie die zweite Vorgehensweise auf Food Waste Mengen, denn Food Waste Raten können nicht direkt gemessen werden. Sie müssen aus Food Waste-Mengen und separat erhobenen Einkaufsmengen berechnet werden. Somit ist die Unsicherheit von Food Waste-Raten tendenziell grösser als von Food Waste-Mengen.

Gewisse Lebensmittelkategorien der Haushaltsbudgeterhebung beinhalten verschiedene Zutaten, welche mehreren der 33 Lebensmittelkategorien von Beretta et al. (2017) zugleich zugeordnet werden müssten, z.B. „küchenfertige Mahlzeiten“. Diese Kategorien wurden in den beiden genannten Vorgehensweisen einer Kategorie „gemischt“ zugeteilt. Daraus ergibt sich eine gewisse Unsicherheit in der Kostenberechnung. Deshalb wurde noch eine dritte Schätzung gemacht, in welcher aus der Haushaltsbudgeterhebung für jede der 33 Lebensmittelkategorien ein Indikatorprodukt gewählt wird. Mit diesem Vorgehen kann die Unsicherheit der Zuordnung aggregierter oder schwer zuteilbarer Nahrungsmittelkategorien umgangen werden. Nachteilig ist aber, dass nicht die gesamten Haushaltsausgaben berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse der drei Vorgehensweisen ergeben eine Bandbreite von +/- 10% (Ergebnisse und Unsicherheiten siehe Kapitel 3.7).

2.6 Lebensmittelkategorien

In dieser Arbeit werden grundsätzlich 25 Lebensmittelkategorien unterschieden (siehe Abbildung 20), welche teilweise weiter unterteilt werden in 33 Lebensmittelkategorien. Die Grundlage bildet die detailliertere Kategorisierung der statistischen Erhebungen des Schweizer Bauernverbandes (SBV, 2014). Die 33 Kategorien wurden daraus so ausgewählt, dass sie möglichst homogen sind bezüglich Food Waste-Anfälligkeit auf den einzelnen Stufen der Lebensmittelkette. Dies ist sinnvoll, damit die Zusammensetzung der Lebensmittelverluste innerhalb der Kategorien einen möglichst geringen Einfluss auf die Quantifizierung der Lebensmittelverluste hat. Deshalb werden beispielsweise Frisch- und Lagergemüse unterschieden, denn Frischgemüse ist leichter verderblich als Lagergemüse und wird daher bei Produktionsüberschuss eher entsorgt.

Die Kategorisierung beruht wie auch bei SBV (2014) auf Rohzutaten. Die Verluste bei Kategorien, welche auf Stufe Konsum teilweise in Form von zusammengesetzten Produkten anfallen, werden geschätzt aufgrund der Verlustraten der wichtigsten Produkte. So werden Getreideverluste in Haushalten vorwiegend durch Verlustraten von Broten und Backwaren angenähert. Die Annäherung durch die häufigste oder die am leichtesten messbare Methode führt zu einer gewissen Ungenauigkeit der Resultate (z.B. ist bei Eiern nicht bekannt, in welchen Mengen sie zu verschiedenen Gerichten verarbeitet werden; die Verluste auf Stufe Haushalt werden daher vorwiegend durch die Verlustrate frisch gekaufter Eier angenähert).

2.7 Unsicherheitsanalyse

Beretta (2012) und Beretta et al. (2017) haben die Unsicherheiten der Food Waste-Quantifizierung pro Lebensmittelkategorie und Stufe der Lebensmittelkette sowie der Ökobilanzierung der landwirtschaftlichen Produktion mit einem "Pedigree-Ansatz" nach Frischknecht et al. (2007) untersucht. Dazu werden die Kriterien *Verlässlichkeit*, *zeitliche*, *geografische* und *technologische Korrelation*, *Repräsentativität* und *Stichprobengrösse* ausgewertet. So zeigen sich z.B. grössere Unsicherheiten bei landwirtschaftlichen Verlusten von Getreiden sowie verarbeiteten Früchten. Die Ergebnisse sind im Anhang der beiden Arbeiten tabellarisch zusammengestellt.

3 RESULTATE

3.1 Entsorgungs- und Konsumperspektive: Abgrenzung

Die Massenflussanalyse des Ernährungssystemes eines Landes kann grundsätzlich in einer Entsorgungs- und einer Konsumperspektive erfolgen. Bei der Entsorgungsperspektive bilden die Landesgrenzen die Systemgrenze, während bei der Konsumperspektive das gesamte Versorgungssystem des Schweizer Lebensmittelkonsums betrachtet wird (inklusive Netto-Importen).

Die Entsorgungsperspektive beinhaltet alle Lebensmittelverluste, welche innerhalb der Schweizer Grenzen anfallen. Die so berechneten Lebensmittelverluste, welche innerhalb eines Landes pro Kopf anfallen, sind aber nicht direkt mit anderen Ländern vergleichbar, weil Netto-Importländer Verluste ins Ausland auslagern und Netto-Exportländer zusätzliche Verluste aufweisen, um Produkte fürs Ausland herzustellen. Die Entsorgungsperspektive ist entscheidend, um die Verwertung der in der Schweiz anfallenden Lebensmittelverluste zu planen. In Abbildung 11 und Abbildung 12 sind die beiden Perspektiven quantitativ in Bezug auf Masse und Nährwert dargestellt. **Die nach diesem Kapitel folgenden Ergebnisse beziehen sich allerdings auf die Konsumperspektive.** Dabei sind alle Lebensmittelverluste inbegriffen, welche in den Versorgungsketten der in der Schweiz konsumierten Lebensmittel anfallen. Dies hat zwei wichtige Vorteile: Erstens sind die Lebensmittelverluste gemäss Konsumperspektive zwischen Ländern vergleichbar, weil dabei die Lebensmittelverluste in den Importketten von importstarken Ländern nicht in exportstarke Länder ausgelagert werden. Zweitens zeigt die Konsumperspektive alle Lebensmittelverluste, welche durch die Konsumanforderungen eines Landes verursacht werden. Dies ist sinnvoll, weil z.B. die landwirtschaftlichen Verluste in einer Fruchtplantage, welche in die Schweiz exportiert, durch eine Anpassung der privatrechtlichen Normen und Vorschriften (bezüglich Grösse, Farbe, etc.) in der Schweiz vermindert werden können. Die Konsumperspektive gibt also ein vollständigeres Bild über die vom Schweizer Lebensmittelkonsum verursachten Lebensmittelverluste.

Für eine exakte Aufschlüsselung, wie viele der konsumierten Produkte im Inland und wie viele im Ausland produziert wurden, müsste für jedes importierte Produkt bekannt sein, ob es in der Schweiz konsumiert wird oder wieder ins Ausland exportiert wird. Weil aber der Weg jedes einzelnen Produktes nicht nachvollziehbar ist, wird hier angenommen, dass alle in der Schweiz produzierten Produkte primär zur Deckung des Inlandbedarfs genutzt werden. Unter dieser Annahme werden aus Schweizer Produktion nur Produkte exportiert, von denen mehr exportiert als importiert wird. Diese machen im Jahr 2017 nur wenige Prozent der Schweizer Produktion aus und sind vorwiegend Milchprodukte (SBV, 2019). Der Rest der exportierten Waren kann mengenmässig durch Importe gedeckt werden, welche teilweise in der Schweiz verarbeitet werden. Die dabei anfallenden Verluste werden in der Entsorgungsperspektive ebenfalls berücksichtigt.

In Realität finden Importe und Exporte auf verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette statt, je nachdem ob es sich um unverarbeitete, halb- oder fertigverarbeitete Produkte handelt. Mangels detaillierter Untersuchungen, wieviel Produkte in welcher Form über die Zollgrenzen gehen, werden in den nachfolgenden Abbildungen alle Importe sowie alle Exporte in je einem Fluss zusammengefasst, auch wenn gewisse Produkte direkt aus der Landwirtschaft und andere erst aus der Verarbeitungsindustrie exportiert werden und Importe teilweise in die Verarbeitungsindustrie, teilweise in den Handel und teilweise direkt in die Gastronomie fließen.

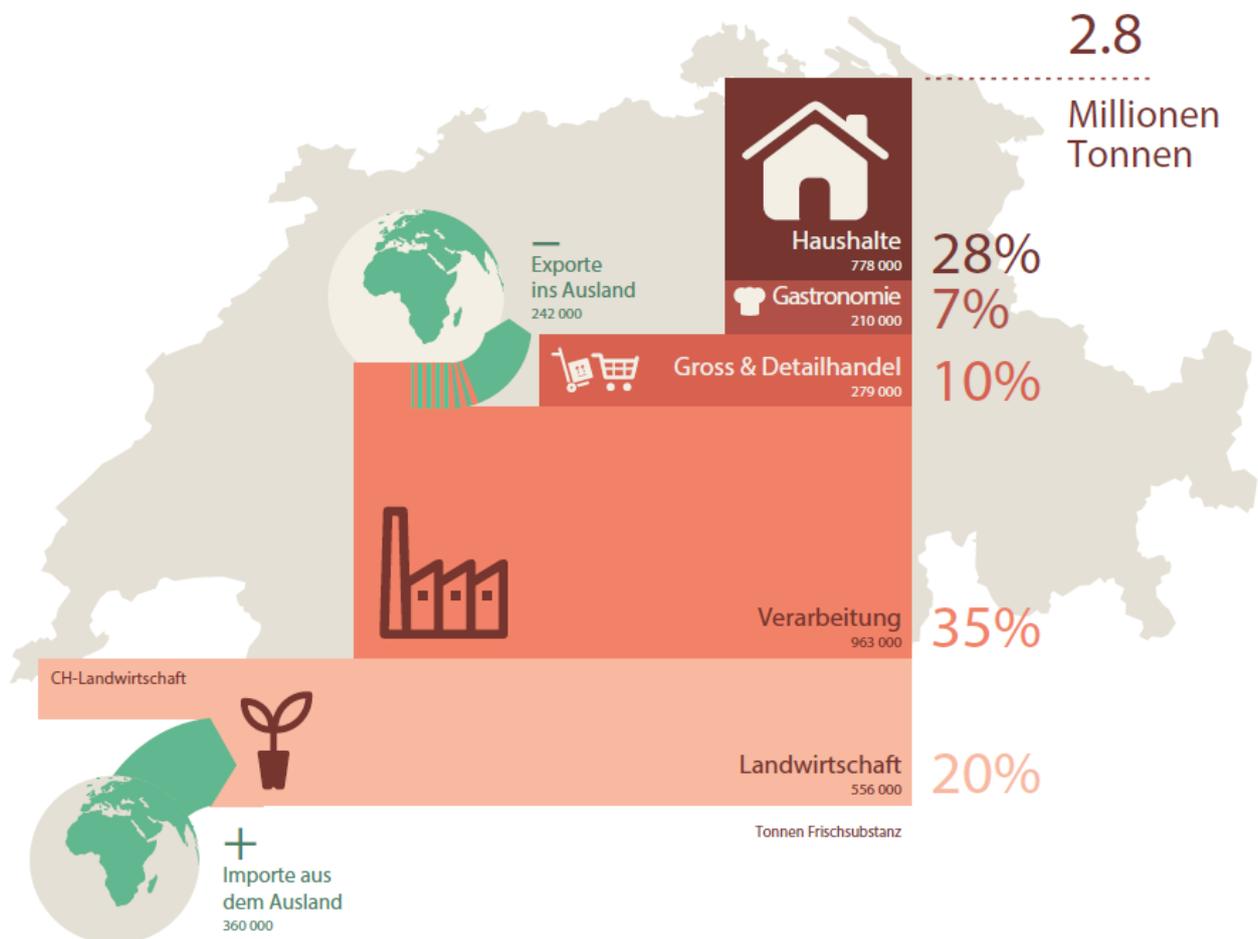


Abbildung 11: Vermeidbare Lebensmittelverluste in Tonnen Frischsubstanz, aufgeteilt nach Stufen der Lebensmittelkette. Gross- und Detailhandel wurden in Anlehnung an einen Delegiertenbericht der Europäischen Kommission zusammengefasst (Europäische Kommission, 2019). „CH-Landwirtschaft“ bedeutet, dass die Verluste in der Schweiz anfallen; der Pfeil „Importe“ zeigt die Verluste, die in den ausländischen Versorgungsketten von in der Schweiz konsumierten Lebensmitteln anfallen; der Pfeil „Exporte“ bezieht sich auf Verluste in der Schweizer Verarbeitungsindustrie bei der Herstellung von exportierten Produkten. Die in den Versorgungsketten des Schweizer Konsums anfallenden Verluste ergeben zusammen 2.8 Millionen Tonnen, welche dem Schweizer Konsum zugeordnet werden (Konsumperspektive). Beachte: Mangels Daten zum Verarbeitungsgrad der importierten Produkte wird für die graphische Darstellung angenommen, dass alle Verluste in der Verarbeitungsindustrie und im Handel bei den importierten Produkten in der Schweiz anfallen. Diese Vereinfachung hat keinen Einfluss auf die gesamten Verluste in der Konsumperspektive. Grafik: R. Ryser.

Abbildung 11 zeigt, wie sich die vermeidbaren Lebensmittelverluste der Schweiz in der Entsorgungs- (blaue Zahlen) und in der Konsumperspektive (roter Pfeil) zusammensetzen. Verluste in der Schweizer Landwirtschaft bei der Produktion von Exportprodukten werden vernachlässigt, da sie mengenmässig relativ gering sind (v.a. Milchprodukte). Dies betrifft nur die Entsorgungsperspektive und nicht die Resultate der nachfolgenden Kapitel. Abbildung 12 zeigt die entsprechenden Werte in Energie (Nährwert).

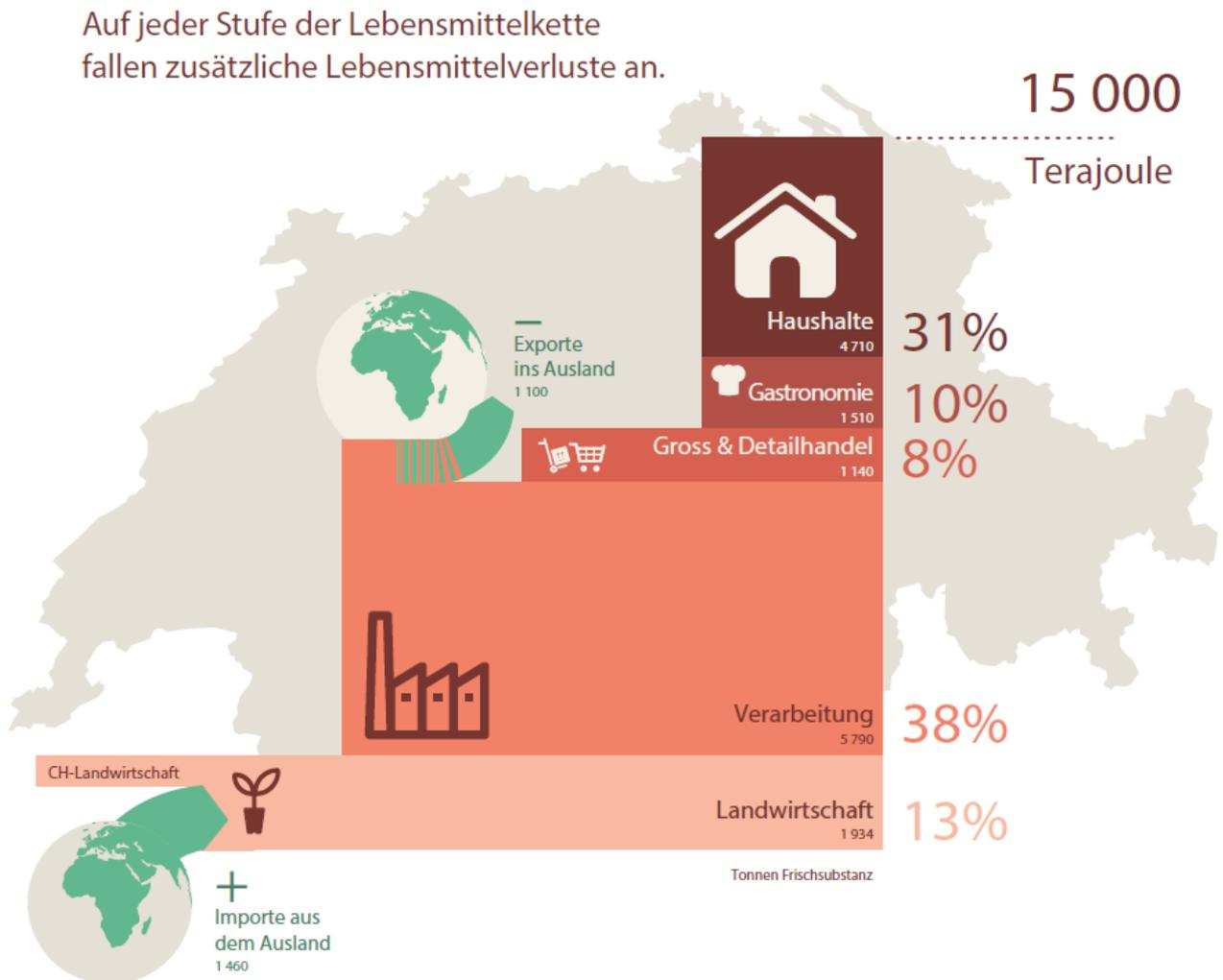


Abbildung 12: Vermeidbare Lebensmittelverluste in TJ. Darstellung analog zu Abbildung 11. Grafik: R. Ryser.

3.2 Massenflussanalyse

3.2.1 Übersicht über das Schweizer Ernährungssystem

Abbildung 13 zeigt, wie viele Lebensmittel für den jährlichen Konsum einer Person produziert werden, wie viel **vermeidbare Verluste** auf den verschiedenen Stufen der Lebensmittelkette anfallen und wie sie verwertet werden. Die Verwertung der gesamten Lebensmittelverluste inklusive der unvermeidbaren Anteile ist im Anhang zusammengestellt.

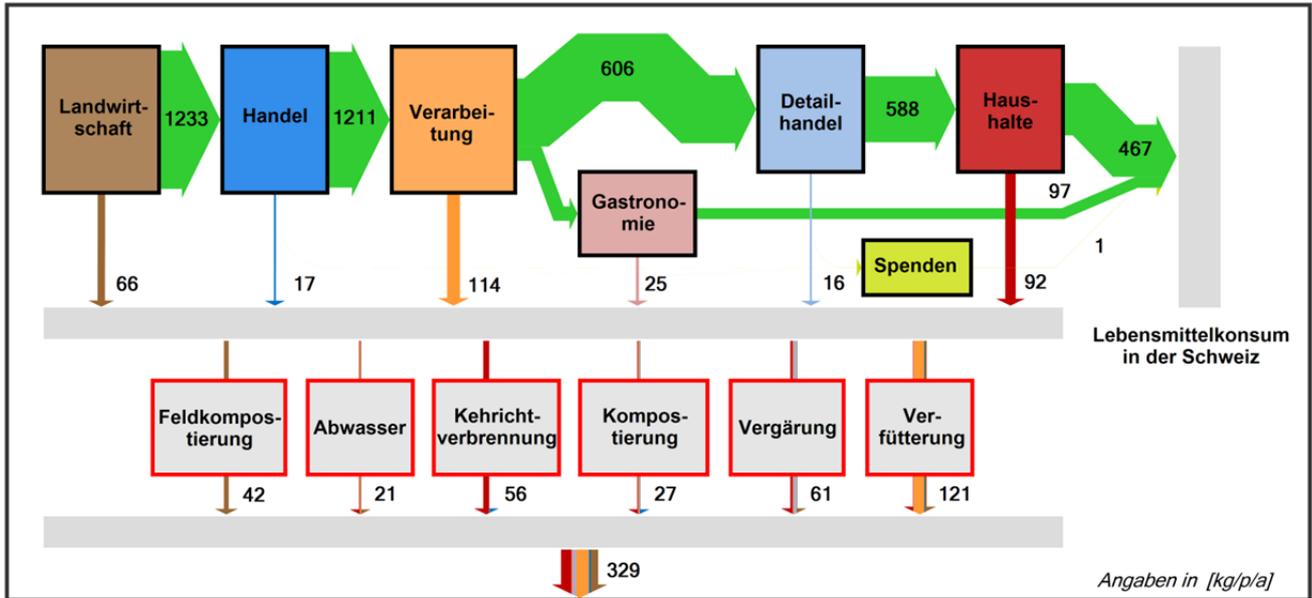


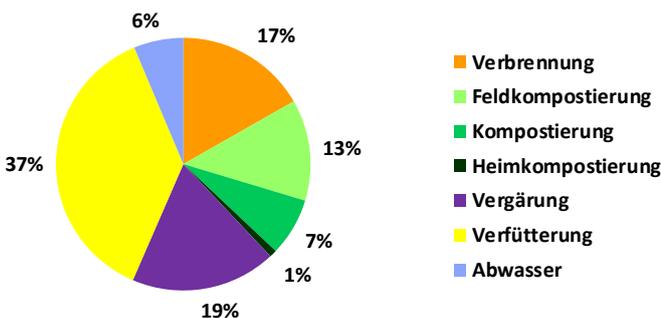
Abbildung 13: Massenflussanalyse des Ernährungssystems zur Deckung des Schweizer Konsums (Konsumperspektive). Die grünen, horizontalen Pfeile zeigen die regulären Flüsse von Lebensmitteln sowie Lebensmittelspenden, die senkrechten Pfeile die vermeidbaren Lebensmittelverluste in Kilo pro Person und Jahr. Die senkrechten Pfeile sind jeweils in der gleichen Farbe eingefärbt wie die Stufe der Lebensmittelkette, auf der sie anfallen. Beachte: Die Summe von Konsum und Verlusten ist kleiner als die Produktion, weil unvermeidbare Verluste nicht eingezeichnet sind.

3.2.2 Entsorgung der Lebensmittelverluste

Abbildung 14 zeigt, wie die vermeidbaren Lebensmittelverluste im Mittel über alle Stufen der Lebensmittelkette verwertet werden. Die Anteile beziehen sich auf Masse Frischsubstanz. Feldkompostierung bezeichnet Verluste aus der Landwirtschaft, die vorwiegend im Feld liegen bleiben, und Heimkompostierung die Lebensmittelabfälle aus Haushalten, welche direkt auf dem Heimkompost entsorgt werden. Die restliche Kompostierung findet in professionellen Kompostierungsanlagen statt.

Diese Ergebnisse sind nicht mit der Entsorgungsperspektive vergleichbar, weil sie erstens nur die vermeidbaren Verluste umfassen und sich zweitens nicht auf die innerhalb der Schweizer Grenzen anfallenden Verluste beschränken.

Beim Kompostieren dominieren Früchte und Gemüse die Verluste, während die Verfütterung zu 80-90% aus Molke, Getreide und Kleie, Kartoffeln, Nebenprodukten der Zuckerherstellung und Buttermilch besteht (in abnehmender Reihenfolge genannt). Im



Abwasser entsorgt werden vorwiegend Milch(neben-)produkte (also Molke, Spülmilch⁷...). Ebenfalls in dieser Kategorie aufgeführt ist Beifang aus der Fischerei, welcher direkt im Meer entsorgt wird. Die Zusammensetzung in der Kehrlichtverbrennung und in Vergärungsanlagen ist eher heterogen und in bisherigen Studien nicht untersucht worden.

Abbildung 14: Aufschlüsselung der vermeidbaren Lebensmittelverluste nach Entsorgungsweg.

⁷ Spülmilch fällt in verdünnter Form an; hier wird die Menge in unverdünnten Rohmilchäquivalenten angegeben.

3.2.3 Verluste aufgeschlüsselt nach Produktkategorien

Abbildung 15 zeigt die Top 15 Lebensmittelkategorien bezüglich Food Waste-Mengen über alle Stufen der Lebensmittelkette. Frischgemüse und Molke machen die grössten Mengen aus. Wegen ihres hohen Wassergehaltes erscheinen sie aber bei einer Betrachtung des Nährwertes nicht als Spitzenreiter. Weiter liegen Brote und Backwaren, exotische Früchte und Beeren sowie Kartoffeln deutlich über dem Durchschnitt.

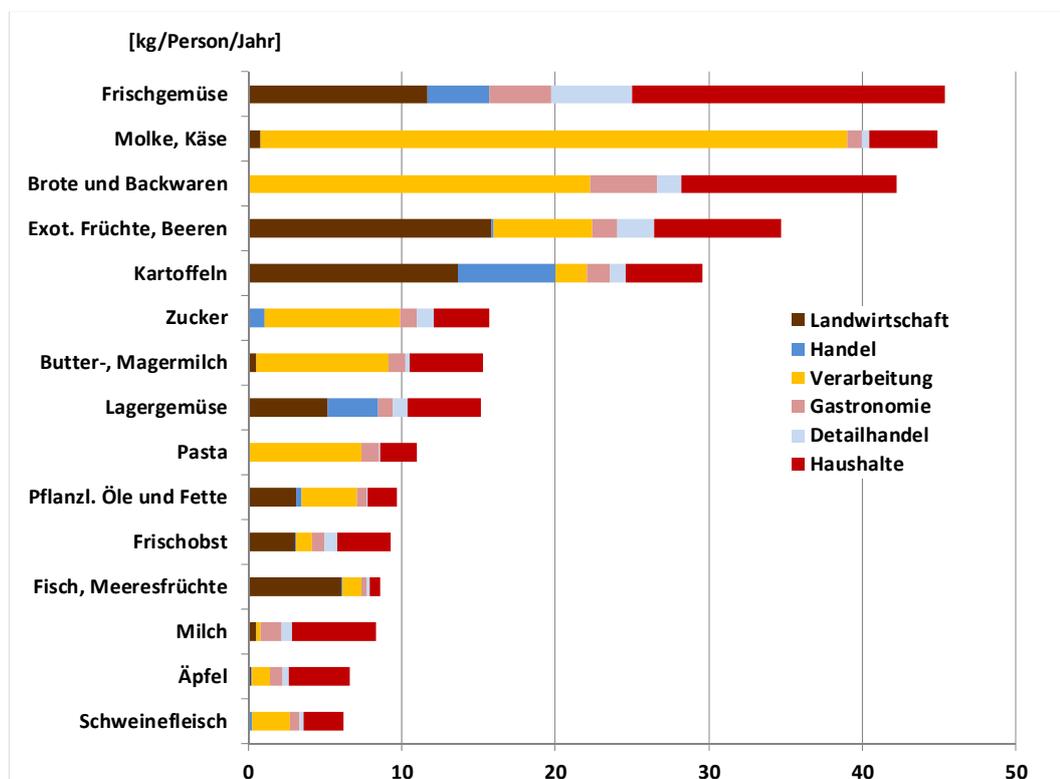


Abbildung 15: Mengenmässige Verluste über alle Stufen der Lebensmittelkette in Kilo pro Person und Jahr.

3.3 Energieflussanalyse

Die Energieflussanalyse zeigt den Nährwert des essbaren Anteils aller konsumierten und verschwendeten Lebensmittel. **Unvermeidbare Lebensmittelabfälle** sind hier ebenfalls **nicht inbegriffen**.

3.3.1 Übersicht über das Schweizer Ernährungssystem

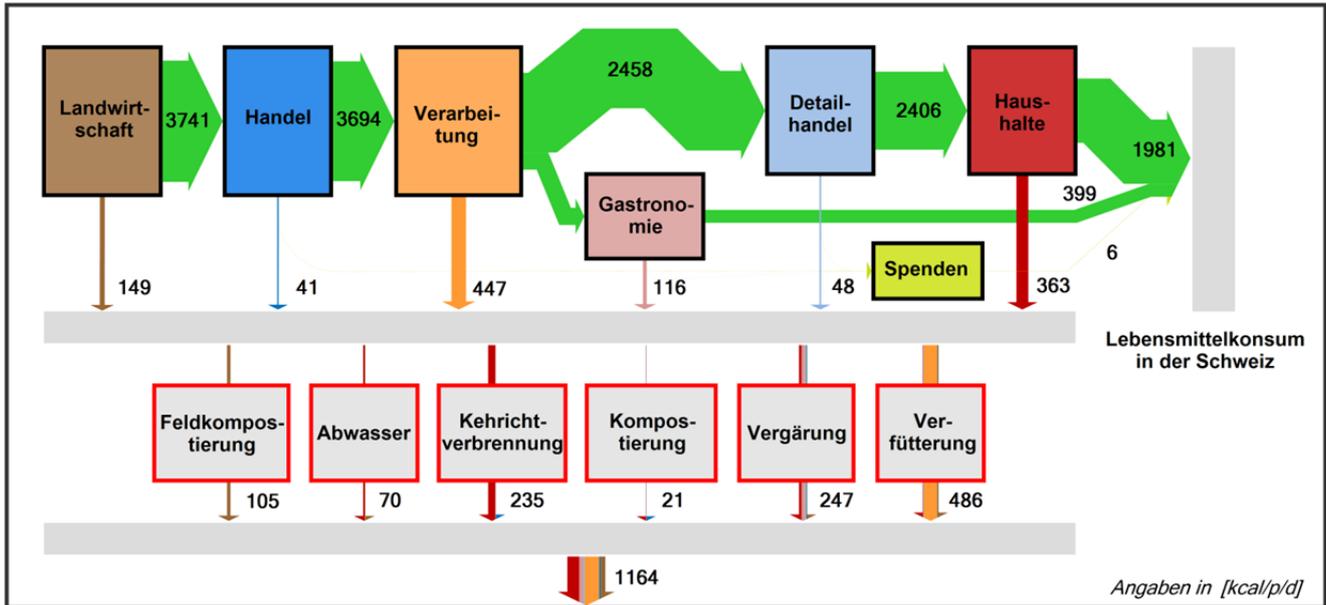


Abbildung 16: Energieflussanalyse des Ernährungssystems zur Deckung des Schweizer Konsums (Details analog zur Massenflussanalyse in Abbildung 13).

3.3.2 Verluste aufgeschlüsselt nach Produktkategorien

Der Vergleich zwischen verschiedenen Produktkategorien wird sinnvollerweise in Bezug auf den Nährwert und nicht in Bezug auf die Masse gemacht (vgl. Abbildung 15), weil der Nährwert ein besseres Mass für die Funktion von Lebensmitteln darstellt als die Masse (beispielsweise tragen die Verluste von Molke wegen ihres hohen Wasseranteils mehr zur Massenbilanz bei als der produzierte Käse, könnten aber weniger Leute ernähren als der Käse).

In Abbildung 17 sind die Lebensmittelverluste der Top 15 Lebensmittelkategorien bezüglich Food Waste-Nährwert (Kalorien pro Person und Tag) über alle Stufen der Lebensmittelkette aufgeführt. **Brote und Backwaren** sind die Spitzenreiter, gefolgt von pflanzlichen **Ölen und Fetten**. Bei Letzteren ist zu bemerken, dass es sich in der landwirtschaftlichen Produktion um Erntemaschinen bedingte und in der Verarbeitung um extraktionstechnisch bedingte Verluste handelt (Details siehe Kapitel 2.3.2 und 2.3.5). Ob eine höherwertige Verwendung dieser Verluste ökonomisch und ökologisch sinnvoll ist, muss weiter untersucht werden. An Dritter Stelle folgt **Pasta**, dann **Molke/Käse** sowie **Zucker**. Ähnlich wie bei Öl sind bei Zucker weitere Untersuchungen nötig, um das Potenzial für ökologisch sinnvollere und ökonomisch tragbare Verwertungsoptionen abzuschätzen.

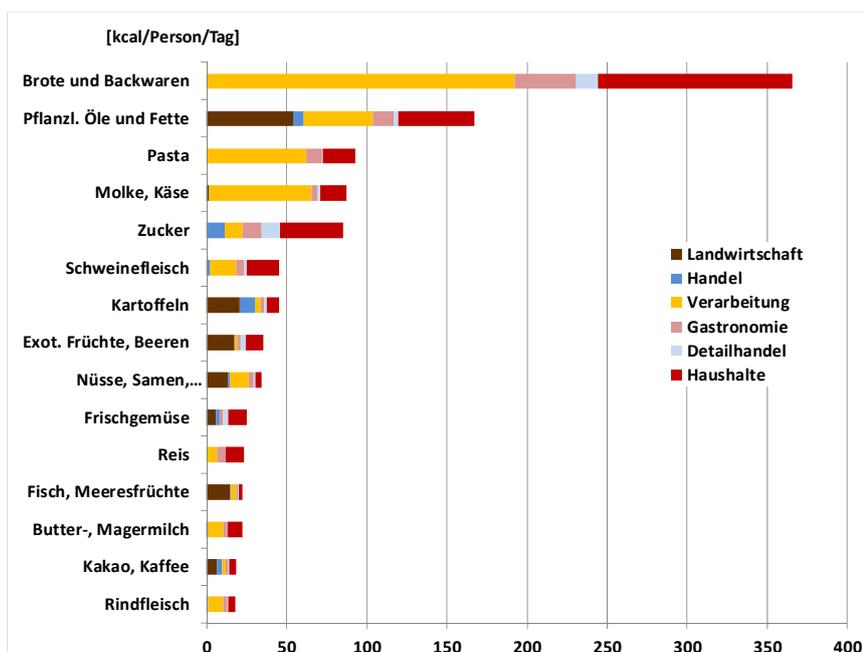


Abbildung 17: Mengenmässige Verluste über alle Stufen der Lebensmittelkette in Kalorien pro Person und Tag

Abbildung 18 zeigt die Lebensmittelverluste pro Lebensmittelkategorie, die entlang der ganzen Wertschöpfungskette anfallen, in Prozent der produzierten Lebensmittel (Food Waste-Raten). Dabei ist zu beachten, dass die Kategorien nach Food Waste-Raten und nicht nach Food Waste-Mengen geordnet sind. So erscheint beispielsweise die Kategorie „Fisch“ weiter oben als „Frischgemüse“. Weil wir aber mehr Gemüse als Fisch konsumieren, geht mengenmässig mehr Frischgemüse verloren (siehe **Error! Reference source not found.**).

Brote und Backwaren stellen sich als Spitzenreiter heraus, wobei über die Hälfte der Verluste in der Verarbeitung anfallen. Hauptgründe hierfür sind Überproduktion, Qualitätsanforderungen sowie die Nachfrage nach Weissmehl, sodass grosse Mengen an Kleie als Nebenprodukt anfallen. An zweiter Stelle folgt **Fisch** aufgrund der sehr grossen Mengen an Beifang, der im Meer entsorgt wird. Diese Daten beruhen auf groben Schätzungen der FAO und vom "Scientific, Technic and Economic committee for Fisheries" in Bruxelles (siehe Kapitel 2.3.2). Dabei wird nicht zwischen essbaren und unessbaren Teilen des Beifangs unterschieden. Die Schätzungen sollten in zukünftigen Studien genauer verifiziert werden.

Anschliessend folgen **Gemüse** und **Kartoffeln** sowie **Exoten- und Zitrusfrüchte**, wobei jeweils die Verluste auf den Stufen Landwirtschaft und Haushalte dominieren. **Käse** weist ebenfalls überdurchschnittliche Verlustraten auf, weil grosse Mengen an **Molke** als Nebenprodukt der Käseverarbeitung nicht als Lebensmittel genutzt werden.

Äpfel, Öl und Rindfleisch sind eher im Mittelfeld. Unterdurchschnittliche Verlustraten sind besonders bei hochwertigen und teils gut lagerbaren Produkten wie Nüssen und Samen, Kakao und Kaffee, Geflügel und Schweinefleisch sowie Eiern zu beobachten.

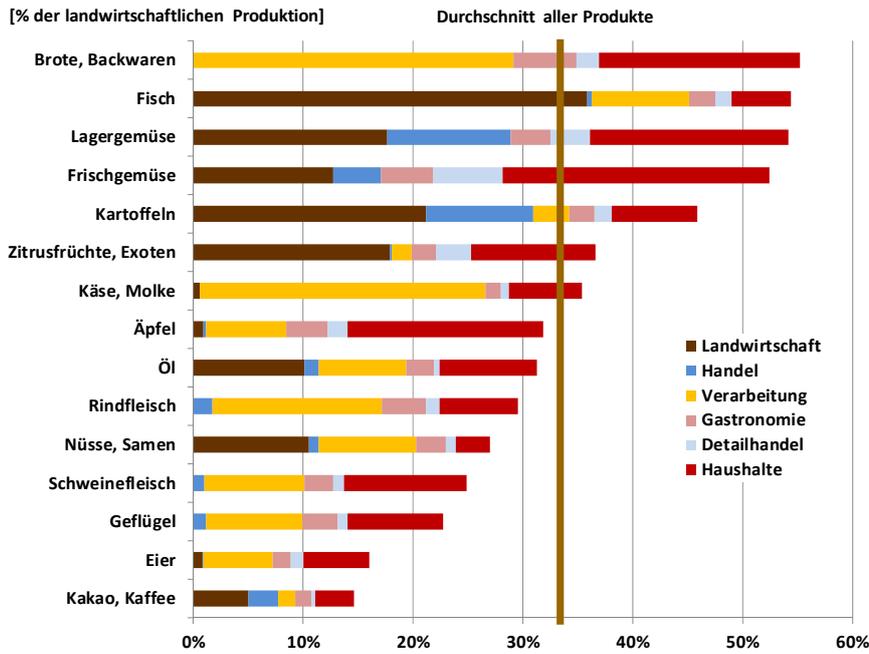


Abbildung 18: Mengenmäßige Verluste in % der Produktionsmenge auf den Nährwert bezogen.

3.4 Umweltauswirkungen der konsumierten und verschwendeten Lebensmittel

Insgesamt ist mit den verschwendeten Lebensmitteln schweizweit eine Umweltbelastung von knapp 10 Billionen Umweltbelastungspunkten (UBP) verbunden (1.17 Mio. UBP pro Kopf und Jahr). Der Klimaeffekt entspricht 4 Mio. Tonnen CO₂-eq (ca. 500 kg CO₂-eq pro Kopf und Jahr) und der Biodiversitätsverlust 19 µgPDF-eq (globale Artenverlusteinheiten).

Diese Zahlen entsprechen den Umweltauswirkungen, die wir vermeiden könnten, wenn wir die Lebensmittel essen statt verschwenden würden. Weil wir insgesamt vom gleichen Verzehr an Kalorien ausgehen, müssten weniger Lebensmittel der entsprechenden Lebensmittelkategorien produziert werden. Dies würde Umweltauswirkungen einsparen (methodische Details siehe Kapitel 2.4.1). Die Umweltauswirkungen zeigen also das Potenzial, Umweltauswirkungen zu vermeiden durch Massnahmen gegen Lebensmittelverluste.

3.4.1 Umweltbelastungspunkte

Übersicht über das Schweizer Ernährungssystem

Abbildung 19 zeigt die Umweltbelastung der Lebensmittelverschwendung auf jeder Stufe der Lebensmittelkette in der Konsumperspektive. Für den Vergleich mit der Entsorgungsperspektive wird zudem die Umweltbelastung der Verluste bei der Herstellung von Exportprodukten angegeben.

Die **Aufteilung der Lebensmittelverluste nach dem Ort der Entstehung** --- also ob sie in der Schweiz (blau) oder in ausländischen Importketten von in der Schweiz konsumierten Produkten anfallen (schwarz) --- wird hier als Vereinfachung **nur bei Verlusten in der landwirtschaftlichen Produktion** gemacht. Die Aufteilung erfolgt aufgrund des Importanteils und der Verlustrate auf Stufe Landwirtschaft für jede einzelne Lebensmittelkategorie mit anschließendem Aufsummieren der Verluste über alle Lebensmittelkategorien.

Die **quantitative Unterteilung der Verluste in der Verarbeitungsindustrie und im Handel nach dem Ort der Entstehung** (Schweiz oder Ausland) wird mangels zuverlässiger Daten **nicht vorgenommen**. Dazu müsste für jede Lebensmittelkategorie bekannt sein, welche Verluste vor dem Transport über die Schweizer Grenze und welche nachher anfallen. Teilweise wird aber vor dem Transport sortiert, um nicht unnötig unverkäufliche Produkte zu transportieren, und teilweise wird erst bei Ankunft in der Schweiz sortiert, weil die Abnehmer die Qualitätsanforderungen festlegen und prüfen (Freiburghaus, 2011). **Diese Vereinfachung hat keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Konsumperspektive**, welche bei diesem Bericht im Zentrum steht. Zudem ist ein Plausibilitätsvergleich mit anderen Erhebungen der Entsorgungsperspektive trotz der Vereinfachung möglich, weil bei den Verlusten in der Verarbeitung und im Grosshandel ist der Anteil der im Ausland anfallenden Verluste deutlich kleiner als in der landwirtschaftlichen Produktion, denn viele Produkte werden frisch importiert oder erst in der Schweiz sortiert. Für eine genauere Analyse der in der Schweiz anfallenden Produkte wäre **in Zukunft** eine detaillierte Analyse der Import-Export-Statistik aufschlussreich, um den **Anteil fertig verarbeiteter Importprodukte zu eruieren**. Zudem müsste beispielsweise aufgrund von Experteninterviews festgelegt werden, wie viel Verluste im Handel vor und nach dem Transport über die Landesgrenze anfällt.

Die Ergebnisse von Abbildung 19 zeigen, dass der überwiegende Anteil der Umweltbelastung von landwirtschaftlichen Lebensmittelverlusten im Ausland anfällt (rund 1 Million UBP versus 225'000 UBP in der Schweizer Landwirtschaft). Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass **viele Produkte mit hohem Selbstversorgungsgrad** relativ **geringe Verluste in der Landwirtschaft** aufweisen (insbesondere tierische Produkte). Zudem ist zu bemerken, dass in der landwirtschaftlichen Produktion einfachheitshalber nur die Verluste der Netto-Importe dargestellt sind. Deshalb fehlen landwirtschaftliche Verluste von Exportprodukten in Abbildung 19. Die Umweltbelastung der Verluste in der Schweizer Verarbeitungsindustrie ist zu etwa 16% mit der Produktion von Exportprodukten verbunden (ca. 514'000 UBP von über 3 Millionen UBP)⁸.

Des Weiteren zeigt Abbildung 19, dass **die Hälfte der Umweltbelastung der Lebensmittelverluste beim Konsum** anfällt, also in Gastronomie und Haushalten. Dies ist deutlich mehr als bei der mengenmässigen Betrachtung (37%, siehe Abbildung 11). Der Hauptgrund liegt in der **Akkumulierung von Umweltbelastungen** entlang der Lebensmittelkette. Je weiter hinten in der Kette ein Produkt verloren geht, desto mehr Ressourcen wurden bereits verbraucht und Emissionen emittiert für Transporte, Verarbeitung, Lagerung, Verpackung und Zubereitung. Ein weiterer Grund liegt darin, dass Verluste in der Verarbeitungsindustrie und teilweise in der landwirtschaftlichen Produktion eher für eine **höherwertige Verwertung** (v.a. Verfütterung) eingesetzt werden als auf den übrigen Stufen der Lebensmittelkette. Durch die hierbei substituierten Produkte (v.a. Futtermittel) können Umweltgutschriften angerechnet werden, welche die Umweltbelastung der Verluste reduzieren (siehe Abbildung 22).

⁸ Dies beruht auf der Annahme, dass exportierte Produkte in der Schweiz verarbeitet werden und dass das Verhältnis von verarbeiteten und unverarbeiteten Produkten bei Exporten innerhalb der 25 modellierten Lebensmittelkategorien gleich ist wie beim inländischen Konsum.

Auf jeder Stufe der Lebensmittelkette fallen Lebensmittelverluste an, welche die Umwelt zusätzlich belasten.

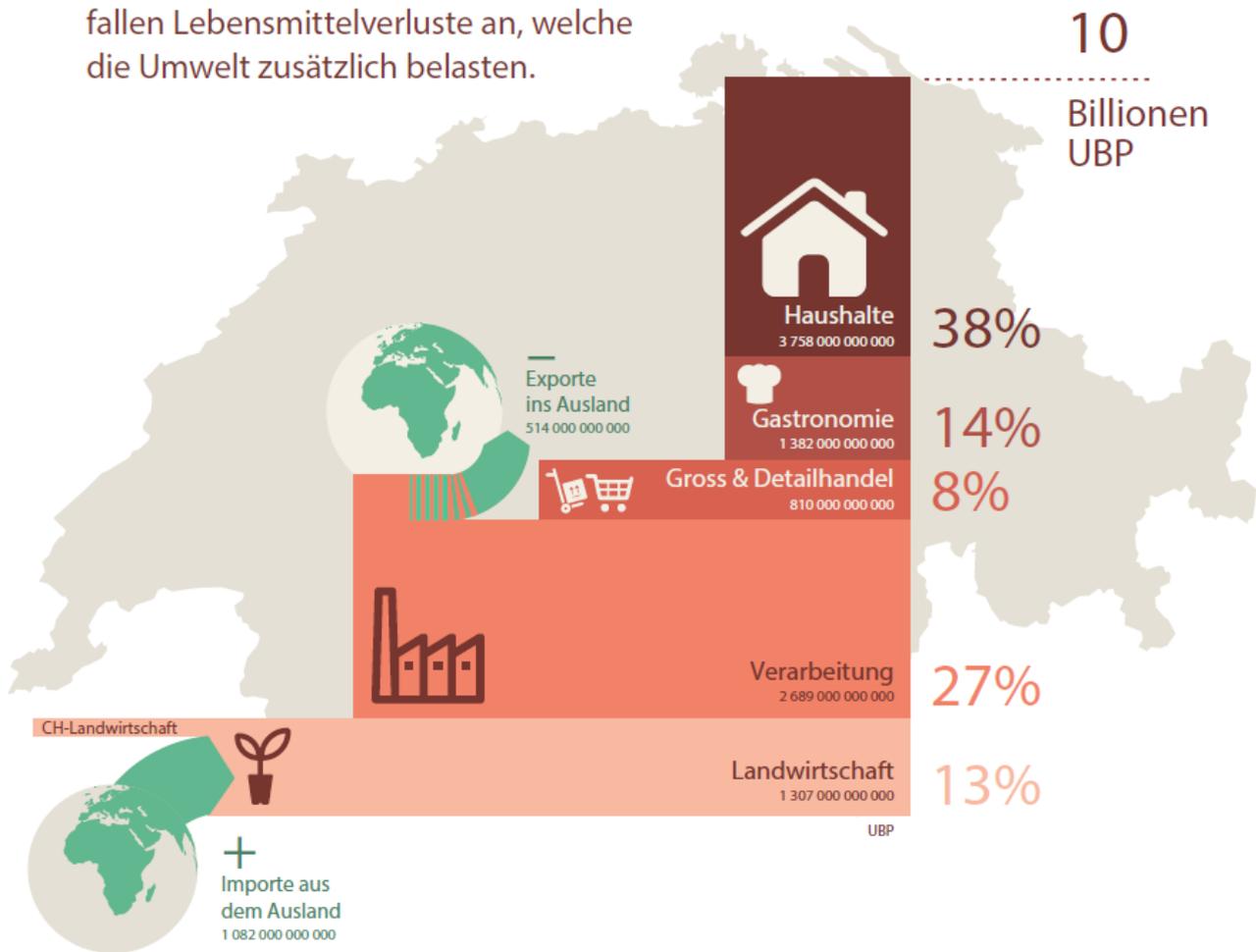


Abbildung 19: Umweltbelastung, die durch die essbaren Lebensmittelverluste in den verschiedenen Sektoren verursacht wird, in UBPs. Gesamthaft verursachen die Lebensmittelverluste im Ernährungssystem, welches den Schweizer Lebensmittelkonsum sicherstellt, 10 Billionen UBPs. Die Lebensmittelverluste bei der Produktion von in die Schweiz importierten Produkten machen rund 1 Billion UBPs aus. Etwa eine halbe Milliarde UBPs wird verursacht durch Lebensmittelverluste in der Schweizer Verarbeitungsindustrie bei der Produktion von Exportprodukten, die nicht in den Schweizer Konsum einfließen. Die roten Prozentwerte zeigen, wie viel die Verluste der einzelnen Sektoren zu den 10 Billionen UBPs beitragen. Grafik: R. Ryser.

Aufschlüsselung der Umweltbelastung nach Lebensmittelkategorien sowie Versorgungskette versus Entsorgung

Abbildung 20 a) zeigt die Umweltbelastung von Lebensmittelverlusten (UBP pro Person und Jahr) aufgeschlüsselt nach 25 Lebensmittelkategorien. Dabei erscheinen die Verluste von **Getreide, Rindfleisch und Molke** als Spitzenreiter.

Am meisten Umweltbelastung verursachen die Verluste von **Rindfleisch** mit 161'000 UBPs pro Person und Jahr, welche durch die Versorgungskette des nicht als Lebensmittel verwerteten Fleisches verursacht werden. Die Verwertung der Verluste bringt nur Gutschriften von rund 3'000 UBP/P/a (v.a. substituierte Energie aus Biogas- und Kehrlichtverbrennungsanlagen sowie substituierte Heimtierfuttermittel). Der grösste Anteil der Verluste der Lebensmittelkategorie Rindfleisch fällt gemäss einer neuen Studie aus Frankreich in der Verarbeitungsindustrie an (gelber Balken in Abbildung 20 a). Wichtige Gründe sind die mangelnde Nachfrage nach gewissen Teilen des Tieres wie Innereien sowie die vergleichsweise hohe Wertschöpfung, welche im Heimtierfuttermittelmarkt erzielt werden kann.

An zweiter Stelle folgen die Verluste von **Brot und Backwaren** (zusammengenommen mit **Pasta** fallen sie mehr ins Gewicht als Rindfleisch). Dabei macht das Nebenprodukt **Kleie** einen wichtigen Anteil an den Verlusten aus, weil wir überwiegend Auszugsmehle (z.B. Weissbrot) konsumieren und nur einen kleinen Anteil Vollkorngetreide verwerten. **Überproduktion und nicht erfüllte Qualitätsanforderungen** (insbesondere Auswuchsetreide) sind weitere Gründe für aussortiertes Getreide in Müllereien. Abbildung 20 a) zeigt allerdings, dass durch die Verfütterung dieser Getreideverluste ein nennenswerter Umweltnutzen von knapp 80'000 UBP/P/a entsteht für Brote, Backwaren und Pasta zusammen. Weil es dennoch effizienter ist, direkt tierische Futtermittel anzubauen (ertragreichere, resistenterere Sorten), und weil nicht alle Verluste verfüttert werden, ist der Umweltnutzen der Verwertung dennoch kleiner als die verursachte Umweltbelastung der Getreideverluste (-61'000 UBP/P/a gegenüber 185'000 UBP/P/a bei Brot und Backwaren und -17'000 UBP/P/a gegenüber 74'000 UBP/P/a bei Pasta).

Auf dem dritten Platz sind die Verluste in der Versorgungskette von Käse. Dabei fällt vorwiegend der Anfall von nicht als Lebensmittel verwerteter **Molke** als Nebenprodukt der Käseherstellung ins Gewicht. Weil diese in vielen Fällen verfüttert wird, bringt ihre Verwertung die grössten Gutschriften nach Getreideverlusten. Trotzdem ist der Umweltnutzen der Verwertung der Verluste mit 19'000 UBP/P/a gering im Verhältnis zu den 137'000 UBP/P/a, welche durch die Versorgungskette verursacht werden. Bei dieser Rechnung ist die Molke nicht inbegriffen, welche für die Kälber- und Ferkelaufzucht verwendet wird, weil diese mit ihrer spezifischen Proteinzusammensetzung gemäss Kopf-Bolanz et al. (2015) nicht problemlos durch pflanzliche Futtermittel ersetzt werden kann. Falls aber ein geeignetes pflanzliches Futtermittel als Ersatz gefunden werden kann oder die Produktion an tierischen Lebensmitteln verringert würde, wäre auch dieser Anteil der Molke als vermeidbarer Lebensmittelabfall zu zählen; in diesem Fall stellen die Verluste der Käseversorgungskette umweltmässig den Hotspot dar (siehe schräg schraffierte Balken in Abbildung 20 a). Die Verluste bei der Verwertung der Kälber und Mutterkühe, welche die Milch zur Käseherstellung liefern und zur Fleischproduktion weiterverarbeitet werden, sind ebenfalls inbegriffen, weil es sich um das gleiche Produktionssystem handelt.

An vierter Stelle folgen die Verluste von **Frischgemüse** mit 112'000 UBP/P/a, wobei über die Hälfte davon durch Verluste im Haushalt verursacht wird. Die Verluste von **Kakao und Kaffee** fallen umweltmässig ebenfalls sehr deutlich ins Gewicht, weil diese Produkte in tropischen Regionen mit einer hohen Biodiversität produziert werden und aufgrund der geringen Erträge viel Fläche benötigen. Die grösste Unsicherheit liegt in der Schätzung der Mengen an Verlusten, weil Kakao und Kaffee in den meisten Erhebungen nicht einzeln, sondern als Teil einer breiter definierten Lebensmittelkategorie erhoben werden.

Des Weiteren sind die Verluste von übrigen tierischen Produkten, pflanzlichen Ölen und Fetten sowie exotischen Früchten sehr relevant. Bei Fisch fällt der Beifang am meisten ins Gewicht, welcher oft direkt im Meer entsorgt wird.

Abbildung 20 b) zeigt die Umweltbelastung, wenn ein Kilo der entsprechenden Lebensmittel auf Stufe Haushalt über durchschnittliche Verwertungswege entsorgt wird (v.a. Kehrlicht und Grüngutsammlung). Abbildung 20 c) zeigt schliesslich den prozentualen Anteil an den aus Inlandproduktion und Importen verfügbaren Lebensmitteln, welcher im Verlauf der Lebensmittelkette verloren geht. Die braunen Balken sind auf die Masse der Verluste und die gelben auf den Nährwert der Verluste bezogen.

Dabei wird ersichtlich, dass Kaffee und Kakao nicht wegen grosser Food Waste-Mengen zu den Spitzenreitern gehören, sondern wegen einer sehr hohen Umweltbelastung pro Kilo Abfall. Dies ist ähnlich bei Rindfleisch und etwas weniger stark ausgeprägt bei den übrigen Fleischsorten sowie Eiern. Früchte und Gemüse, Getreide sowie Kartoffeln fallen hingegen wegen der grossen Verlustmengen ins Gewicht, obwohl die Umweltbelastung pro Kilo Food Waste relativ tief ist.

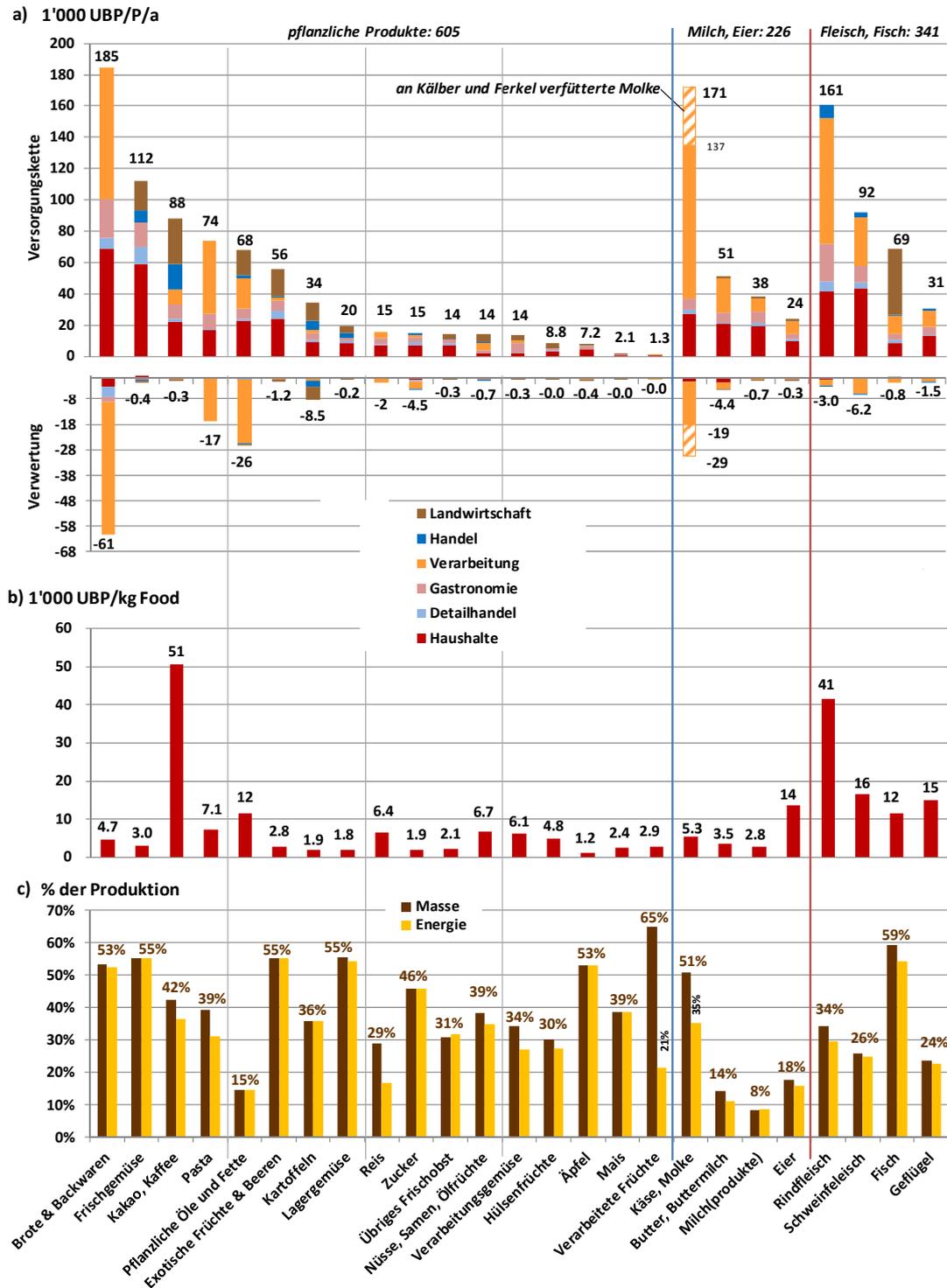


Abbildung 20: a) Umweltbelastungspunkte der Versorgungskette von vermeidbaren Lebensmittelverlusten und Nettogutschriften der Verwertung als Futtermittel, zum Kompostieren sowie in Biogas- oder Kehrlichtverbrennungsanlagen pro Person und Jahr in der Schweiz. Die Balken unterscheiden verschiedene Lebensmittelkategorien, die Farben zeigen die Stufen der Lebensmittelkette, auf welcher die Verluste anfallen. Beachte: die negative Skala ist vergrössert dargestellt. b) Netto-Umweltbelastung (Produktion minus Gutschriften der Verwertung) pro Kilo Lebensmittelverluste im Haushalt. c) Anteil Verluste relativ zur Produktion (verfügbare Produkte aus Inlandproduktion und Importen entsprechen 100%), ausgedrückt in Form von Masse (braun) und Nährwert (gelb).

Zusammenfassend kann aus Abbildung 20 abgeleitet werden, dass die **Verluste von tierischen Produkten sowie von Kakao und Kaffee wichtig sind wegen ihrer hohen Umweltrelevanz pro Kilo**, währenddem **Gemüse, Früchte, Getreide und Kartoffeln wegen grossen Verlustemengen stark ins Gewicht fallen**. Der **Umweltnutzen der Verwertung** der Verluste fällt gegenüber der Umweltbelastung, welche durch die Produktionskette der nicht verzehrten Lebensmittel verursacht werden, kaum ins Gewicht (im Mittel **8% der Umweltbelastung der Produktionskette aller Verluste**). Es gibt aber **Ausnahmen: Bei ertragsreichen, ressourcenschonenden Produkten** kann eine **hochwertige Verwertung sehr wirksam** sein und vergleichbare Umweltgutschriften mit der Umweltbelastung der Produktion bringen. Je nach Futtermittel, welche beispielsweise durch die Verfütterung unverarbeiteter Kartoffeln ersetzt werden, kann unter der Annahme eines konstanten Warenkorb die Verfütterung sogar besser abschneiden als die Verwertung als Lebensmittel.

Priorisierung von Lebensmittelkategorien nach Umweltbelastung pro Kilo Lebensmittelabfall im Haushalt

Tabelle 5 zeigt die Umweltbelastungspunkte pro Kilo Lebensmittelabfall in Haushalten gemäss des aktualisierten Modells von Beretta et al. (2017) (Quelle 1) und aufgrund von Berechnungen von ESU-Services (2017) (Quelle 2) für 24 Lebensmittel- und 5 Getränke-kategorien. Die Kategorien wurden aufgrund der Kategorisierung von Beretta et al. (2017) und der Kategorisierung der Lebensmittelpyramide der Schweizerischen Gesellschaft für Ernährung (SGE, 2016) bestimmt und mit den zusätzlichen Kategorien "Flugimporte" und "Produkte vom geheizten Gewächshaus" ergänzt. Das Ziel dieser Einteilung ist es, dass Produkte innerhalb einer Kategorie eine möglichst ähnliche Umweltrelevanz pro Kilo aufweisen.

Die Ergebnisse zeigen eine relativ gute Übereinstimmung der beiden Quellen. Die Einteilung in drei Prioritätsstufen mit Abgrenzung bei 3'000 und 10'000 UBP/kg weist keine Widersprüche auf. Innerhalb der einzelnen Kategorien gibt es nennenswerte Unterschiede bei Kakao und Kaffee. Es ist aber plausibel, dass die Werte für Milkschokolade wegen zusätzlicher Zutaten tiefer sind als für Kakao-Bohnen und die Werte für fertigen Kaffee wegen des höheren Wasseranteils tiefer als für Kaffeebohnen. Des Weiteren ist die Umweltbelastung für Butter bei Quelle 1 deutlich höher als bei Quelle 2, was vermutlich auf die Allokationsmethode zurückzuführen ist (Allokation nach Nährwert in Kalorien bei Quelle 1 und nach Trockensubstanz bei Quelle 2). Die Umweltbelastung von Flugimporten beruht auf den häufig per Flugzeug importierten Produkten "Papaya, Grünspargel und Ananas" (Zhiyenbek et al., 2017). Produkte aus dem fossil geheizten Gewächshaus werden in Quelle 1 aufgrund von im Mai in der Schweiz geernteten Tomaten geschätzt. Das Ergebnis ist vergleichbar mit durchschnittlichem Gemüse aus dem Schweizer Treibhaus gemäss Quelle 2. Bei Pasta, Reis und Hülsenfrüchten beziehen sich die Angaben auf ein Kilo Trockenware (Zustand vor dem Kochen). In gekochter Form ist aufgrund des höheren Wasseranteils die Umweltbelastung um einen Faktor 2-3x tiefer (Betz, 2013).

Heterogene Lebensmittelkategorien wie "Frischgemüse" wurden aufgrund ihres Durchschnittswertes eingeteilt. Es kann aber vorkommen, dass einzelne Produkte innerhalb einer Kategorie deutlich abweichen und in einen anderen Priorisierungsbereich fallen (z.B. Weissspargel aus Übersee mit über 3'000 UBP/kg). Des Weiteren ist bei der Interpretation zu beachten, dass verschiedene Produkte in unterschiedlichen typischen Portionengrössen konsumiert und verschwendet werden. Dies wird aus Tabelle 5 nicht ersichtlich. So ist es beispielsweise wahrscheinlicher, einen halben dl Mineralwasser nicht auszutrinken als 50g Butter auf dem Teller übrigzulassen. Bei der Sensibilisierung wird daher empfohlen, nicht nur umweltrelevante Kategorien gemäss Tabelle 5 hervorzuheben, sondern auch mengenmässig relevante Kategorien gemäss Abbildung 18. Insbesondere die Verluste von Früchten, Gemüse und Kartoffeln sind trotz geringer pro-Kilo-Umweltbelastung wegen der grossen Verlustmengen umweltrelevant (Abbildung 20). Dies wird in Abbildung 28 qualitativ durch die Grösse der Symbole berücksichtigt.

Tabelle 5: Umweltbelastung der Produktion und durchschnittlichen Verwertung pro Kilo Lebensmittelabfall in Haushalten und Gastronomie für verschiedene Lebensmittelkategorien in UBP/kg und Klassifizierung der Lebensmittelkategorien in drei Bereiche "sehr hohe Priorität" (>10'000 UBP/kg, rot), "hohe Priorität" (orange) und "mässige Priorität" (<3'000 UBP/kg, gelb). Spalten (1) und (2) geben Werte aus zwei verschiedenen Quellen an (ESU-Services, 2017, Beretta, 2018). Die äusserste Spalte rechts gibt die Food Waste-Mengen in Haushalten und Gastronomie für die einzelnen Lebensmittelkategorien an. Die „Kategorien für die Priorisierungstabelle“ entsprechen den Kategorien, die in der aufbereiteten Grafik in Abbildung 28 gezeigt werden.

<i>(Angaben auf Frischsubstanz bezogen)</i>		Quelle:		Food Waste in Haushalten und Gastronomie [kg/P/a]
<i>Kategorie nach Beretta et al. (2018)</i>	<i>Kategorie für Priorisierungstabelle</i>	(1) [UBP/kg]	(2) [UBP/kg]	
Coffee, cocoa	Kakao, Kaffee (Bohnen)	50'643		0.62
	Milchschokolade		18'000	
	Schwarzer Kaffee (inkl. Wasseranteil)		2'992	
	Kaffeebohnen (60g Bohlen pro Liter)		49'867	
Beef	Rindfleisch	41'470	46'518	1.56
Butter	Butter	37'304	15'900	0.31
Pork	Schweinefleisch	16'480	20'382	3.24
Poultry	Geflügel	14'993	35'255	1.13
Eggs	Eier	13'737	14'080	1.02
Vegetal oils and fats	Flugimporte (Früchte und Gemüse)	12'379		
	pflanzliche Öle und Fette	11'589		2.48
	Olivenöl		51'100	
	Rapsöl		10'500	
Fish, shellfish	Fisch, Meeresfrüchte	11'631		1.00
	Räucherlachs		28'055	
	Meeresfisch		11'664	
Cheese	Käse	11'533	10'233	2.04
	Rotwein		11'010	
Pasta	Pasta trocken	7'149	6'217	3.00
Nuts, seeds, oleif. Fruits	Nüsse, Samen, Ölfrüchte	6'650	6'520	
Rice	Reis trocken	6'366	7'600	1.47
Processed vegetables	verarbeitetes Gemüse	6'088		1.25
	Chips		6'100	
All food categories	mengengewichteter Ø des Warenkorb	6'061		328.55
Cheese, whey		5'330		5.41
Legumes	Hülsenfrüchte trocken	4'812	5'500	0.90
Bread and pastries	Brote und Backwaren	4'656	3'090	18.42
	Produkte vom geheizten Gewächshaus	3'721	3'708	
Butter, buttermilk		3'455		5.88
	Pasta gekocht	3'404		6.31
	Tofu		3'100	
Fresh vegetables		2'967		24.40
Processed fruits		2'851		0.30
	Saisonales Gemüse	2'753	1'550	30.17
Milk	Milch	2'813	2'805	6.82
Exotic fruits and berries	Exotenfrüchte, Beeren	2'804		9.84
Maize		2'394		0.44
Other fresh fruits	Früchte	2'114		4.29
	Reis gekocht	2'094		4.46
Potatoes	Kartoffeln	1'891	1'196	6.53
Sugar		1'888		4.71
Storable vegetables		1'846		5.77
Apples	Äpfel	1'189		4.77
	Bier		1'743	
			456	
	Schwarztee		244	
	Kräutertee		80	
	Hahnenwasser		1.4	

Schwellenwerte für Gruppierung:	10'000
	3'000

Quellen: (1) aktualisiertes Modell nach Beretta (2018)
 (2) ESU-services (2017)

3.4.2 Klimateffekt

Übersicht über das Schweizer Ernährungssystem

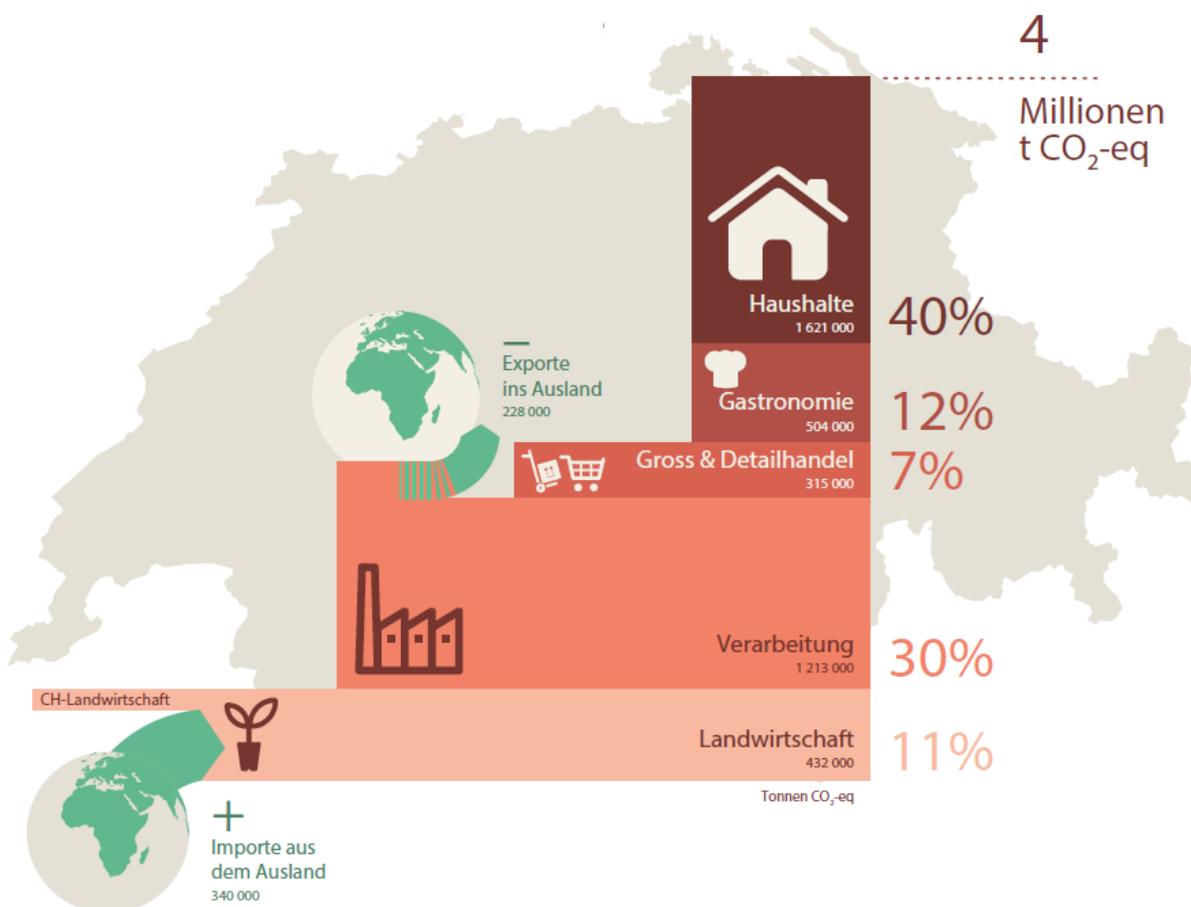


Abbildung 21: Klimateffekte der Lebensmittelverschwendung in Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten aufgeteilt nach Stufen der Lebensmittelkette. Nähere Beschreibung siehe Abbildung 19. Grafik: R. Ryser.

Die **Auswirkungen aufs Klima korrelieren in vielen Fällen relativ gut mit der Gesamtumweltbelastung**, die im vorangehenden Kapitel präsentiert wird. Die Aufschlüsselung der Umweltbelastung nach Stufen der Lebensmittelkette, auf der die Verluste anfallen, ist beim Klimateffekt ähnlich wie bei der Gesamtumweltbelastung (der Beitrag der einzelnen Stufen unterscheidet sich um maximal 3%, vgl. Abbildung 19 und Abbildung 21).

Aufschlüsselung nach Lebensmittelkategorien

Beim Vergleich zwischen einzelnen Lebensmittelkategorien fällt besonders auf, dass **bei der isolierten Betrachtung der Klimateffekte Frischgemüse deutlich stärker und Brote und Backwaren deutlich weniger ins Gewicht fallen** (Abbildung 22). Dies ist zu einem Teil damit erklärbar, dass der Getreideanbau und insbesondere der Brotweizenanbau relativ klimafreundlich sind und daher andere Umweltauswirkungen mehr ins Gewicht fallen: Zur Gesamtumweltbelastung trägt bei IP-Brotweizen der Landverbrauch am meisten bei. Luftschadstoffemissionen und Pestizidrückstände im Boden liegen deutlich tiefer, ebenso die Klimateffekte. Bei vielen anderen Lebensmitteln hingegen trägt die Impact-Kategorie „Klimateffekt“ am meisten zur Gesamtumweltbelastung bei, sodass sie bei alleiniger Betrachtung des Klimateffektes stärker ins Gewicht fallen als Getreide. Dies ist besonders ausgeprägt bei Frischgemüse, weil die am häufigsten konsumierten Kulturen „Tomaten“, „Gurken“ und „Salat“ je nach Saison aus dem meist **fossil geheizten Gewächshaus** stammen.

Ausserdem machen die Klimateffekte bei **Flugimporten** und langen Lastwagentransporten einen sehr grossen Anteil der Gesamtumweltbelastung aus. Dies ist ein weiterer Grund, weshalb Frischgemüse (z.B. Flugimporte von Grünspargeln und Bohnen) und Exoten- und Zitrusfrüchte (z.B. Flugimporte von Papaya) weiter oben rangieren bei der isolierten Betrachtung der Klimateffekte.

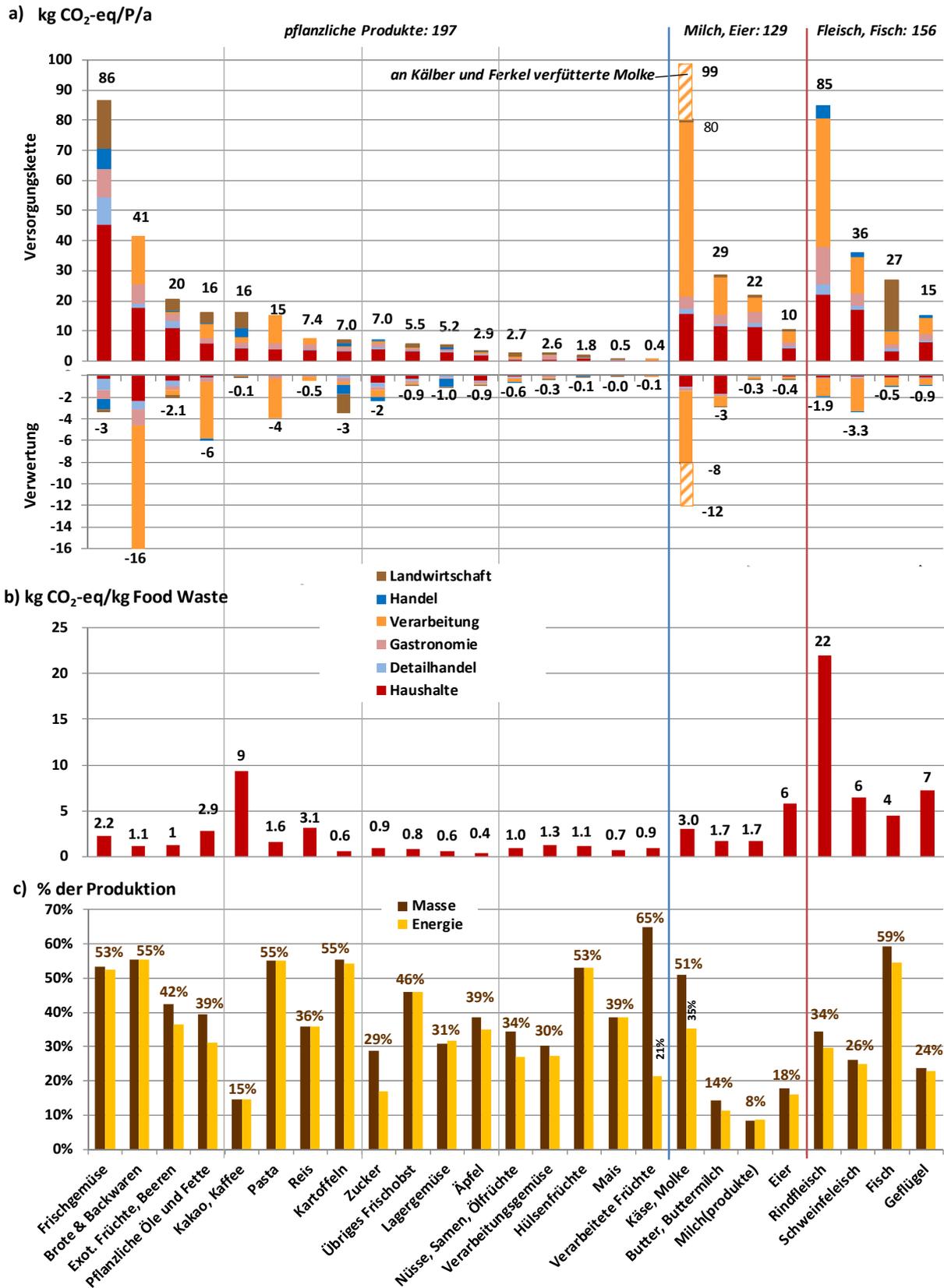


Abbildung 22: a) Klimaeffekte der Versorgungskette von vermeidbaren LMV und Netto-Gutschriften der Verwertung als Futtermittel, zum Kompostieren sowie in Biogas- oder Kehrlichtverbrennungsanlagen pro Person und Jahr in der Schweiz. Die Balken unterscheiden verschiedene Lebensmittelkategorien, die Farben zeigen die Stufen der Lebensmittelkette, auf welcher die Verluste anfallen. Zu beachten: die negative Skala ist vergrößert dargestellt. b) Netto-Klimaeffekte pro Kilo LMV. c) Anteile der Verluste relativ zur Produktion (verfügbare Produkte aus Inlandproduktion und Importen entsprechen 100%), ausgedrückt in Form von Masse (braun) und Nährwert (gelb).

3.4.3 Biodiversitätseffekte nach Chaudhary et al. (2016)

Die meisten Biodiversitätsverluste, welche durch Lebensmittelverluste verursacht werden, kommen durch die Land- und Wassernutzung zustande. Abbildung 23 zeigt die Acker- und Weidelandflächen, welche für die Produktion von nicht verzehrten, im In- und Ausland für den Schweizer Konsum angebauten Lebensmitteln gebraucht werden. Die rund 5'000 km² Landwirtschaftsland machen fast zwei Drittel der Schweizer Landwirtschaftsflächen aus (Weiden ausgenommen). Für nicht konsumierte tierische Produkte wird zusätzlich fast die Hälfte der Schweizer Weidefläche benötigt.

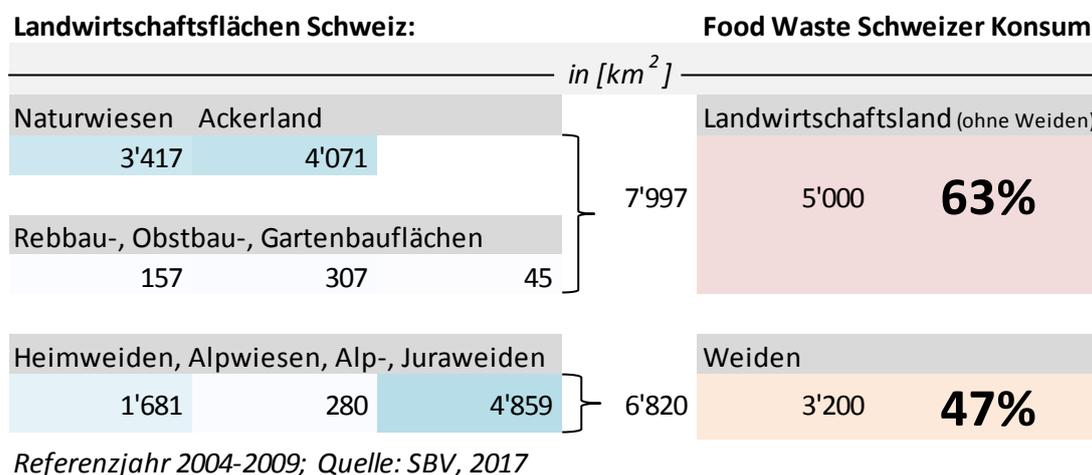


Abbildung 23: Vergleich der Landwirtschaftsflächen der Schweiz (links) mit den Landwirtschaftsflächen, welche für den in- und ausländischen Anbau von nicht verzehrten, für den Schweizer Konsum vorgesehenen Lebensmitteln benötigt wird (rechts). Die Prozentzahlen geben somit den Flächenanteil am Schweizer Landwirtschaftsland und an den Schweizer Weideflächen an, welche bei vollständiger Food Waste-Vermeidung eingespart und für andere Zwecke genutzt werden könnten. Naturwiesen werden wie bei SBV (2013) zum Landwirtschaftsland gezählt.

Abbildung 24 zeigt die zehn Lebensmittelkategorien, von denen die Lebensmittelverluste die globale Artenvielfalt am meisten beeinträchtigen. **Kakao und Kaffee** sind an der Spitze, weil beide Produkte nur **in tropischen Regionen** mit einer sehr grossen Vielfalt an einheimischen und seltenen Arten angebaut werden können. Zudem liefern sie nur geringe Flächenerträge, sodass bereits für kleine Produktionsmengen viel Fläche nötig ist. Eine grössere Unsicherheit liegt hier bei den Mengen an Lebensmittelverlusten, weil in den meisten Studien keine Daten für diese Produkte separat erhoben wurden.

An zweiter Stelle folgt **Rindfleisch**, insbesondere weil dafür sehr **grosse Flächen und Bewässerung** in regenarmen Regionen **für den Futtermittelanbau** benötigt werden. Bei **Brot, Backwaren, Früchten und Gemüse** sind v.a. die **grossen Mengen an Verlusten** ausschlaggebend, dass sie relativ weit oben rangieren. Bei vielen **Nüssen, Samen, Ölen und Fetten** sind die Bedingungen der Herkunftsländer entscheidend. Insbesondere **Mandeln, Trauben und Oliven** stammen oft aus trockenen Regionen, die **bewässert** werden müssen. **Pflanzliche Öle und Fette** sind auch relevant, allerdings weniger als Kakao. Palmöl kommt hauptsächlich aus Malaysia und China, und wird in grösseren Mengen konsumiert im Vergleich zu Kakao (etwa 50g pro Tag versus 30g bei Kakao), der hauptsächlich aus Ghana und Ecuador kommt. Der Landbedarf pro Kilo Ertrag ist für Kakao aber fast 25x höher als für Palmöl. Beim Biodiversitätseffekt ist der Faktor sogar 43x höher pro Kilo Kakao gegenüber Palmöl, weil die Anbaugebiete für viele global seltene Arten wichtige Lebensräume darstellen.

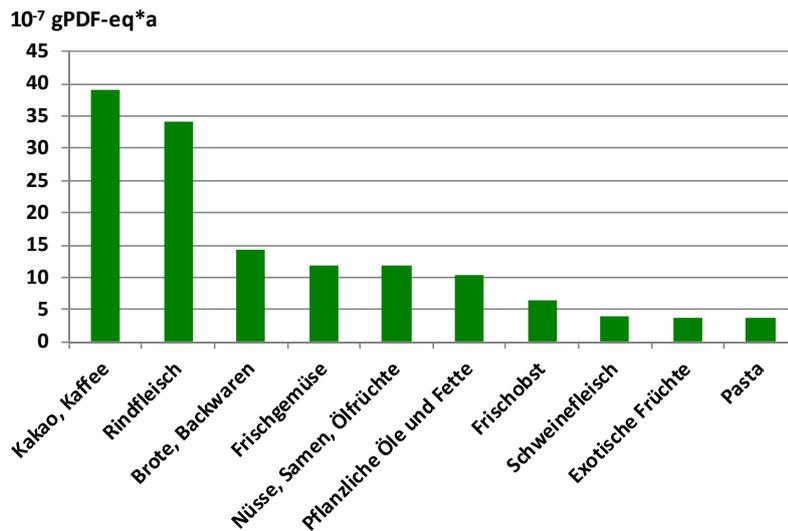


Abbildung 24: Top 10 Lebensmittelkategorien, deren Verluste über die gesamte Lebensmittelkette am meisten Biodiversitätsverluste durch Land- und Wasserverbrauch bei der Produktion verursachen.

3.5 Branchenvergleich in der Verarbeitungsindustrie

Abbildung 18 zeigt die Beiträge der einzelnen Lebensmittelkategorien zu den gesamten vermeidbaren Verlusten der Verarbeitungsindustrie bezüglich Masse, Nährwert und UBPs. Dabei zeigt sich, dass **Molke aus der Käseverarbeitung einem Drittel der Masse** aller Verluste entspricht. Zusammen mit den nicht als Lebensmittel verwerteten **Nebenprodukten der Butterherstellung** (v.a. Buttermilch) machen die Verluste der Milchverarbeitung sogar 41% aller vermeidbaren Verarbeitungsverluste aus.

Bezüglich Nährwert ist der Beitrag der Nebenprodukte der Milchverarbeitung wegen ihres hohen Wassergehaltes allerdings deutlich kleiner (16%) und bezüglich Umwelt liegt er dazwischen (28%). Bei der Energiebetrachtung ist Getreide der Spitzenreiter. Zusammen tragen **Brote und Backwaren sowie Pasta zu 57% des Nährwertes aller Verarbeitungsverluste** bei. Der grösste Anteil davon kommt durch **Kleie** zustande, welche wegen des überwiegenden Konsums von Weissmehl aussortiert wird. Unter dem Gesichtspunkt des hohen Nährstoff- und Mineraliengehaltes von Kleie stellt dies besonders in gesundheitlicher Hinsicht ein grosses Potenzial dar. Umweltmässig ist der Beitrag von Broten, Backwaren und Pasta mit 21% tiefer, insbesondere weil der grösste Teil der Verluste als energiereiches Futtermittel genutzt wird.

Spitzenreiter **bezüglich Umweltbelastung** sind mit 26% aller Verarbeitungsverluste die Verluste von **Rindfleisch**, obwohl sie mengenmässig nur 3% ausmachen. Dies zeigt die Wichtigkeit, möglichst alle essbaren Teile von geschlachteten Tieren als Lebensmittel zu verwerten. Es ist allerdings zu bemerken, dass der Umweltnutzen der Verwertung von tierischen Nebenprodukten als industrielle Rohstoffe beispielsweise in der Pharmaindustrie (z.B. Enzyme, Kollagen, Heparin...) hier nicht berücksichtigt wurde, was zu einer leichten Überschätzung führen könnte. Zudem beruhen zu Grunde liegende Mengenangaben auf relativ groben Schätzungen aus Frankreich, welche sowohl nach unten wie nach oben eine gewisse Unsicherheit beinhalten (Redlingshöfer et al., 2019).

Der als essbar klassifizierte Anteil der **Zuckermelasse** macht mengenmässig 8% aller vermeidbaren Verarbeitungsverluste aus. Wegen der relativ guten Umweltbilanz von Zuckerrüben und des eher tiefen Nährwertes ist aber der potenzielle Umweltnutzen einer Verwertung tief. Anders sieht es bei **pflanzlichen Ölen und Fetten** aus. Hier macht der gemäss Mosberger et al. (2016) als verzehrsfähig eingeschätzte Anteil des Presskuchens nur 3.2% der Masse aus, aber **über 9.6% des Nährwertes**. Somit können Nebenprodukte der Ölverarbeitung interessante Ausgangspunkte für technische Innovationen sein. Für den potenziellen Umweltnutzen müsste allerdings untersucht werden, welche Futtermittel durch Ölschrot substituiert werden können.

Methodische Details zur Berechnung der Verluste der Verarbeitungsindustrie sind in Kapitel 2.3.5 dokumentiert.

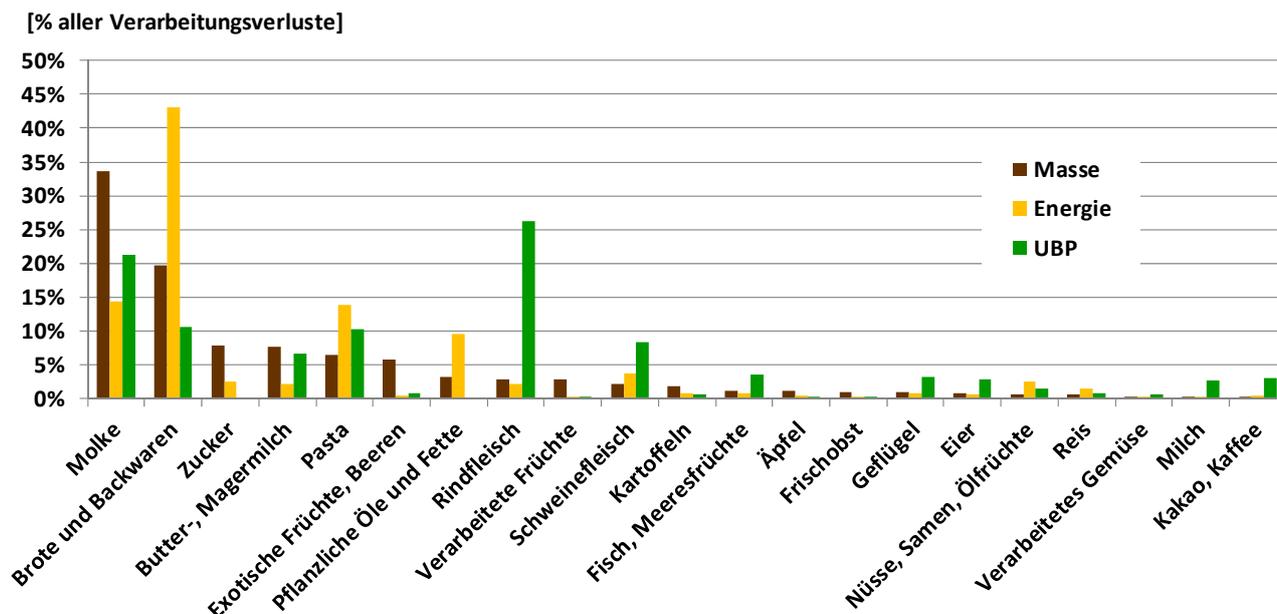


Abbildung 25: Anteile der einzelnen Lebensmittelkategorien an den gesamten Lebensmittelverlusten in der Verarbeitungsindustrie in Form von Masse (braun), Energie (gelb, Nährwert) und Umwelteffekten (grüne, Umweltbelastungspunkte). Die Kategorien sind in abnehmender Reihenfolge bezüglich Masse geordnet.

3.6 Wirkungsabschätzung der Reduktion der Lebensmittelverluste nach SDG 12.3

3.6.1 Szenariodefinition

Das SDG 12.3 beinhaltet die mengenmässige Halbierung der vermeidbaren Pro-Kopf-Lebensmittelverluste auf Stufen Detailhandel, Gastronomie und Haushalte sowie die Verringerung der Lebensmittelverluste in der Landwirtschaft, im Handel und der Verarbeitung. Es enthält keine Aussagen über die Zusammensetzung der Verluste. Vereinfachend wird angenommen, dass sich die Halbierung gleichmässig über alle Lebensmittelkategorien verteilt.

Weil das SDG 12.3 das Ausmass der Reduktion der Lebensmittelverluste in der Landwirtschaft, im Handel und der Verarbeitung nicht vorgibt, wird für die Analyse eine **minimale Pro-Kopf-Reduktion um 25%** und eine **maximal** als realistisch betrachtete Reduktion **um 75%** angenommen (dieser Wert wurde in Springman et al. (2018) als maximal realistische Reduktion geschätzt). Für die Kommunikation werden vorwiegend die Resultate des **Mittelwertes** verwendet (**Halbierung**). Es werden Pro-Kopf-Werte kommuniziert, ohne ein Hochrechnungsszenario basierend auf Bevölkerungsprognosen zu machen.

3.6.2 Mengenmässige Reduktion

Die Halbierung der vermeidbaren Lebensmittelabfälle gemäss SDG 12.3 führt zu einer Einsparung von 1.39 Millionen Tonnen Lebensmittelabfällen unter der Annahme einer gleichbleibenden Bevölkerung. Wird ein gleiches jährliches prozentuales Bevölkerungswachstum bis 2030 angenommen wie in den Jahren 2010-2015, so verringert sich die Einsparung gegenüber heute auf 1.20 Millionen Tonnen. **Im Vergleich zu einem Szenario mit gleichbleibenden Pro-Kopf-Abfällen macht die Einsparung 1.59 Millionen Tonnen** aus.

Die Entsorgungsmenge der gesamten Lebensmittelverluste inklusive unvermeidbarer Anteile würde sich unter der Annahme eines gleichen jährlichen Bevölkerungswachstums wie 2010-2015 bis im Jahr 2030 wie folgt verändern, wenn das SDG 12.3 nach obiger Szenariodefinition erreicht werden könnte:

- KVA -29%
- Vergärung -12%
- Verfütterung -14%

Daraus lässt sich folgern, dass die Umsetzung der SDGs einen relevanten Einfluss auf das Abfallaufkommen hat und folglich in Zusammenarbeit mit der Abfallwirtschaft geplant werden sollte.

3.6.3 Umweltnutzen

Abbildung 26 zeigt, dass die Umweltbelastung der Lebensmittelverschwendung in der Schweiz heute knapp 10 Billionen UBPs ausmacht. Dies entspricht etwa einer Million UBP pro Kopf. Bei einer **Umsetzung des SDG 12.3** gemäss den im Kapitel 3.6.1 definierten Szenarien könnte die **Pro-Kopf-Umweltbelastung aller Lebensmittelverluste um 460-720'000 UBP (39-61%) reduziert** werden. Der Treibhausgas-Fussabdruck könnte um 190-290 kg CO₂-Äquivalente pro Person (10-15%) verringert werden und der Biodiversitäts-Fussabdruck pro Kopf um 8-14 E-13 gPDF-eq (globale Artenverlusteinheiten) (36-64%). Die Umweltbelastung der gesamtschweizerischen Lebensmittelverluste würden aber wegen des Bevölkerungswachstums nur um 30-56% gegenüber heute abnehmen.

Wenn man die eingesparte Umweltbelastung mit der Umweltbelastung der privaten Automobilität vergleicht, so müssten **22-34% aller Autofahrten vermieden** werden, um den gleichen Effekt zu erzielen⁹ (BFS&ARE, 2017).

Reduktion der Pro-Kopf-Lebensmittelverluste						Reduktion der schweizweiten Umweltbelastung bis 2030				
						Annahme: Bevölkerungswachstum linear zu 2010-2015				
	Menge 2017 (100%)	SDG min	SDG Ø	SDG max		Umweltbelastung 2017 (100%)	SDG min	SDG Ø	SDG max	
Landwirtschaft	556'000	-25%	-50%	-75%	[Mio. Tonnen]	[Mio. UBP]	1'306'000	-14%	-43%	-71%
Handel	141'000	-25%	-50%	-75%			402'000	-14%	-43%	-71%
Verarbeitungsindustrie	963'000	-25%	-50%	-75%			2'689'000	-14%	-43%	-71%
Gastronomie	210'000	-50%	-50%	-50%			1'382'000	-43%	-43%	-43%
Detailhandel	138'000	-50%	-50%	-50%			408'000	-43%	-43%	-43%
Haushalte	778'000	-50%	-50%	-50%			3'758'000	-43%	-43%	-43%
Reduktion der Umweltbelastung der Lebensmittelverluste gegenüber 2017										
pro Kopf:						schweizweit:				
[Mio. UBP]	1.2	-39%	-50%	-61%		9'945'000	-30%	-43%	-56%	
Veränderung der Umweltbelastung der Ernährung gegenüber 2017										
pro Kopf:						schweizweit:				
[Mio. UBP]	4.7	-10%	-12%	-15%		40'087'000	3%	0%	-3%	
Veränderung der Umweltbelastung des gesamten Konsums gegenüber 2015 (gemäss Frischknecht et al., 2018)										
pro Kopf:						schweizweit:				
[Mio. UBP]	23.6	-1.9%	-2.5%	-3.0%		200'000'000	13.7%	13.6%	13.5%	
Anteil aller Schweizer Autofahrten, die für den gleichen Umweltnutzen vermieden werden müssten:										
						-22% -28% -34%				

Abbildung 26: Umweltnutzen einer Reduktion der Lebensmittelverluste gemäss dem Minimal- (min), Maximal- (max) und Durchschnittsszenario (Ø) der Umsetzung des SDG 12.3 (siehe Kapitel 3.6.1). Im linken Teil der Tabelle ist die prozentuale Reduktion der pro-Kopf Lebensmittelverluste auf den einzelnen Stufen der Lebensmittelkette angegeben, im rechten Teil die Gesamtumweltbelastung der Lebensmittelverluste im 2017 (rötlicher Hintergrund) und die Reduktion der Umweltbelastung der Lebensmittelverluste der gesamten Schweiz gegenüber dem Jahr 2017 unter der Annahme, dass die Bevölkerung von 2017 bis 2030 linear zur Periode 2010-2015 weiterwächst (grüner Hintergrund). Die unteren Zeilen geben die Veränderung der Umweltbelastung aller Lebensmittelverluste, der Umweltbelastung der gesamten Ernährung sowie des gesamten Konsums gegenüber 2017 an, jeweils pro Kopf und auf die ganze Schweiz bezogen. Die unterste Zeile zeigt, wieviel Prozent der Autofahrten in der Schweiz vermieden werden müssten, um den gleichen Umweltnutzen zu erzielen wie mit dem entsprechenden Food Waste-Reduktionsszenario.

⁹ motorisierter Individualverkehr gemäss Mikrozensus Mobilität 2015 (BFS & ARE, 2017)

3.6.4 Vergleich mit der Umweltbelastung des gesamten Konsums gemäss Frischknecht et al. (2018)

Der Umweltnutzen der Umsetzung der SDGs würde die **Gesamtumweltbelastung des Schweizer Konsums** (Inlandbelastung + Belastung durch Importe in die Schweiz – Belastung wegen Exporten aus der Schweiz; Referenzjahr 2015), welche von Frischknecht et al. (2018) auf rund 200 Billionen UBP geschätzt wird, **um 4-6 Billionen UBP** (0.5-0.7 Mio. UBP/Person) oder **1.9-3.0% verringern** (Abbildung 26). Dies entspricht der Umweltbelastung eines Viertels des motorisierten Individualverkehrs der Schweiz (ecoinvent, 2016, BFS&ARE, 2017).

In Bezug auf die Gesamtumweltbelastung der Ernährung würde eine Reduktion um 10-15% pro Kopf erreicht. Bei den Treibhausgasen sind es ebenfalls 10-15 %, bei der Biodiversität 9-16 %.

Zum Vergleich: eine Veränderung des Ernährungsstils vom heutigen Durchschnitt (2015) auf eine flexitarische Ernährung (durchschnittlich 300 g Fleisch pro Person und Woche) würde gemäss Frischknecht et al. (2018) eine Reduktion der Gesamtumweltbelastung pro Person um 0.9 Mio. UBP, oder 18 % des Ernährungs-Fussabdrucks bewirken. Bei den ernährungsbedingten Treibhausgasen sind es 0.3 Tonnen pro Person oder 19 % des ernährungsbedingten Treibhausgas-Fussabdrucks.

3.6.5 Einordnung in die Forschung

Eine der am meisten zitierten Studien zur Quantifizierung von Lebensmittelabfällen auf verschiedenen Kontinenten ist die **FAO-Studie** Gustavsson and Cederberg (2011). Danach geht in Europa rund **ein Drittel der essbaren Lebensmittel** über die gesamte Lebensmittelkette verloren. Dies ist konsistent mit dieser Studie, welche bezüglich Masse vermeidbare Verluste von 37% und bezüglich Nährwert von 33% für die Schweiz schätzt. Mit **329 kg pro Person und Jahr** ist die absolute Menge höher als die **280 kg**, welche die FAO für Europa schätzt. Die Abweichung kann beispielsweise durch unterschiedliche Schätzungen des Wassergehalts der Verluste in der Lebensmittelindustrie erklärbar sein, welcher in dieser Studie durch den hohen Anteil an Molke relativ hoch ist. Bei der Aufteilung auf die Stufen der Lebensmittelkette macht der **Konsum (Haushalte und Gastronomie)** bei der FAO-Studie mengenmässig **rund einen Drittel** aus und ist somit ähnlich wie in dieser Studie (35%).

Eine weitere Studie der FAO schätzt die Treibhausgasemissionen der Lebensmittelverluste in Europa auf rund **700 kg CO₂-eq/P/a** (FAO, 2013). Die Schätzung dieser Studie ist mit **482 kg CO₂-eq/P/a** 30% tiefer. Dies ist mindestens teilweise dadurch erklärbar, dass in Europa, im Gegensatz zur Schweiz, einige Lebensmittelverluste in Deponien entsorgt werden und dort insbesondere durch Methangasbildung zusätzliche Klimaeffekte verursachen.

Die Halbierung der globalen Lebensmittelverluste auf der Stufe der Konsumierenden führt gemäss der EAT-Lancet-Studie zu einer Reduktion der ernährungsbedingten Treibhausgasemissionen um 5% (Willett et al., 2019). Somit liegt die Schätzung dieses Berichtes mit einer Einsparung von 6% in einem ähnlichen Bereich.

Das **Bundesamt für Statistik** (BFS) hat für das Jahr 2015 den **Treibhausgasfussabdruck der Ernährung in der Schweiz** auf **17.3 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente** quantifiziert (BFS, 2018). Damit liegt die Schätzung des BFS 5% höher als die **16.8 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente**, welche in dieser Studie für den Klimaeffekt der konsumierten Lebensmittel und die Lebensmittelverluste geschätzt werden. Der Treibhausgasfussabdruck des gesamten Konsums wird von BFS (2018) auf 116 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente geschätzt. Davon sind 23% der Emissionen für Bruttoanlageinvestitionen und 6% für die Endnachfrage des öffentlichen Sektors. Die verbleibenden 71% sind für die Endnachfrage der Haushalte. Der **Anteil der Ernährung am Treibhausgasfussabdruck der Endnachfrage der Haushalte** liegt somit **zwischen 20 und 21%**.

Die **Umweltbelastung der Ernährung** wird bei Jungbluth et al. (2012) für das Jahr 2005 auf **5.6 Millionen UBP/P/a** geschätzt. Dies ist 19% höher als die **4.6 Millionen UBP/P/a**, die in diesem Bericht berechnet werden. Die Umweltbelastung des **gesamten Konsums** inklusive Importe gibt Jungbluth et al. (2012) mit **20 Millionen UBP/P/a** an. Diese Zahl liegt 17% tiefer als die Gesamtumweltbelastung gemäss Frischknecht et al. (2018). Damit liegt der **Anteil an der Ernährung an der Umweltbelastung der gesamten Schweiz inklusive importierter Güter und Dienstleistungen** **zwischen 20 und 28%**, je nach Quelle.

Springmann et al. (2018) schätzen das Potenzial, die verschiedenen Umweltauswirkungen der Ernährung durch verschiedene Massnahmen auf ein erdverträgliches Mass zu senken. Eine der untersuchten Massnahmen ist die **Food Waste-Halbierung über die gesamte Lebensmittelkette**, wobei sie von den oben erwähnten FAO—Food Waste-Mengen ausgehen. Danach würde eine Food Waste-Halbierung die **Umweltauswirkungen der Ernährung** gegenüber einem Referenzszenario mit gleich-bleibenden Food Waste-Raten je nach Umweltkategorie um **6-16%** pro Kopf **abnehmen**, je nach Umweltauswirkung. Somit liegt die in dieser Studie berechnete Reduktion der Umweltbelastungspunkte der Ernährung um **12%** pro Kopf innerhalb der gleichen Bandbreite. Die Reduktion der Klimaeffekte wird allerdings bei Springmann et al. (2018) mit 6% deutlich tiefer geschätzt als in dieser Studie mit **12% der ernährungsbedingten Klimaeffekte**. Springman et al. beziehen sich aber auf das globale Ernährungssystem. Die Lebensmittelverluste in Entwicklungsländern fallen mehr am Anfang der Lebensmittelkette an als in industrialisierten Ländern und verursachen tendenziell geringere Klimaeffekte. Dies könnte die tieferen Ergebnisse bei von Springman et al. erklären.

3.7 Kosten der Lebensmittelabfälle in Schweizer Haushalten

Die Ergebnisse der Kostenabschätzung von Lebensmittelabfällen in Schweizer Haushalten variieren zwischen 695 CHF mit der ersten Vorgehensweise, 568 CHF mit der zweiten und 589 CHF mit der dritten Vorgehensweise (Tabelle 6, Methodik siehe Kapitel 2.5). Da alle Methoden Stärken und Schwächen haben, wird hier der Mittelwert der drei Vorgehensweisen genommen: **617 CHF, gerundet 620 CHF pro Person und Jahr**. Dies entspricht einem durchschnittlichen Preis der verschwendeten Lebensmittel von 6.70 Fr/kg.

Es sollte in die Kommunikation einfließen, dass in der Kostenberechnung ein entsprechender **Unsicherheitsbereich** von mindestens +/-10% vorliegt (Unterschiede zwischen Vorgehen 1, 2 und 3 in Tabelle 6). Darin sind die Unsicherheiten der Food Waste-Mengen in Haushalten (schwer quantifizierbar, siehe Kapitel 2.3.7) sowie die **Unsicherheiten der Haushaltsbudgeterhebung** (gemäss BFS (2015) bei den Gesamtausgaben von Nahrungsmitteln <2%) noch nicht inbegriffen. Diese Kostenberechnung geht von der Lebensmittelzusammensetzung aus, welche in den englischen Studien Qusted et al. (2013) und Defra (2010) erhoben wurde. Sie beruht also auf der Annahme, dass die Lebensmittelabfallraten in den verschiedenen Lebensmittelkategorien im gleichen Verhältnis zueinander stehen wie in den englischen Studien, weil in der Schweizer Erhebung von Hüscher et al. (2018) die Zusammensetzung nicht erfasst wurde.

Des Weiteren wurde angenommen, dass die pro-Kilo-Kosten der verschwendeten und der konsumierten Lebensmittel innerhalb einer Lebensmittelkategorie gleich sind. Dies könnte besonders bei heterogenen Lebensmittelkategorien wie „exotische und Zitrus-Früchte“ zu einer leichten Überschätzung der Kosten führen, falls billigere Lebensmittel eher weggeworfen werden.

Bei der Betrachtung der 33 Nahrungsmittelkategorien über den gesamten Warenkorb kann aber **keine Tendenz** festgestellt werden, **dass die billigeren Lebensmittelkategorien mehr weggeworfen werden**. Im Gegenteil ist der durchschnittliche Preis der verschwendeten Lebensmittel etwas höher als derjenige der konsumierten Produkte. Dafür ist hauptsächlich die Kategorie „Brote und Backwaren“ sowie gewisse Gemüse- und Früchtesorten verantwortlich. Die Kosten pro kg Lebensmittel sind bei diesen Produkten überdurchschnittlich hoch und die Verschwendungsrate liegt ebenfalls über dem Durchschnitt. Dies deutet darauf hin, dass die **hohen Frischeanforderungen an Brote, Backwaren und Frischgemüse** in Kombination mit der relativen Kurzlebigkeit von Qualitätsmerkmalen **entscheidende Faktoren** sind, **welche die Verschwendung trotz eines relativ hohen Preises begünstigen**.

Tabelle 6: Berechnung der Kosten von Lebensmittelabfällen aufgrund der Haushaltsbudgeterhebungen der Jahre 2009-2013 mit 3 Vorgehensweisen. "H"= Mengenangaben der Haushaltsbudgeterhebung; "B" = Mengenangaben gemäss Modellierung (Modell von Beretta et al., 2017), „LMA“ = Lebensmittelabfälle. Für den Indikatorpreis wurde eine oder mehrere passende Positionen aus der Haushaltsbudgeterhebung ausgewählt und der jeweils konsumgewichtete Preis als Indikator gewählt (z.B. Bohnen und Erbsen für Leguminosen).

Lebensmittelkategorie	Ausgaben Berechnung: A Einheit: CHF/P/a	Verbrauch H V_H kg/P/a	Verbrauch B V_B kg/P/a	LMA B		Kosten			Mittelwert Vorgehen 1-3				
				LMA_B kg/P/a	$r_B=LMA_B/V_B$	Vorgehen 1 (Verbrauch H) $P_1=A/V_H$ Preis/kg	$K_1=P_1 \times LMA_B$ CHF/P/a	Vorgehen 2 (Verbrauch B) $P_2=A/V_B$ Preis/kg	$K_2=A \times r_B$ CHF/P/a	Vorgehen 3 (Indikatorpreis P_i) $P_3=P_i$ Preis/kg	$K_3=P_3 \times LMA_B$ CHF/P/a	$P=\emptyset (P_{1,3})$ Preis/kg	$K=\emptyset (K_{1,3})$ CHF/P/a
Tafeläpfel	40.26	13.0	12.5	3.7	29%	3.10	11.41	3.22	11.83	3.10	11.41	3.14	11.55
Apfelsaft	0.00	0.0	4.1	0.2	6%	bei übrigen Fruchtsäften einberechnet			2.16	0.53	2.16	0.18	
übrige Tafelfrüchte	66.78	12.9	18.1	3.4	19%	5.17	17.66	3.68	12.58	4.47	15.26	4.44	15.17
übrige Fruchtsäfte	56.40	25.8	1.0	0.1	6%	2.19	0.14	54.55	3.39	2.16	0.13	19.63	1.22
Beeren	35.00	3.4	5.8	0.7	12%	10.19	7.36	5.99	4.33	10.19	7.36	8.79	6.35
Exotische Tafelfrüchte	111.32	32.6	33.8	6.8	20%	3.41	23.16	3.30	22.38	3.38	22.97	3.37	22.84
Exotische Fruchtsäfte	0.00	0.0	12.1	0.7	6%	bei übrigen Fruchtsäften einberechnet			2.16	1.57	2.16	0.52	
verarbeitete Früchte	29.88	3.6	1.8	0.2	14%	8.35	1.98	17.05	4.04	7.71	1.83	11.04	2.61
Kartoffeln	68.77	21.3	37.3	5.0	14%	3.22	16.24	1.84	9.28	1.82	9.16	2.30	11.56
Frischgemüse	217.14	28.5	59.8	20.3	34%	7.62	154.87	3.63	73.85	6.62	134.47	5.96	121.06
Leguminosen	12.87	2.0	2.6	0.7	28%	6.30	4.71	4.90	3.67	6.30	4.71	5.83	4.36
Lagergemüse	96.84	22.6	16.9	4.8	28%	4.28	20.52	5.75	27.57	4.28	20.52	4.77	22.87
verarbeitetes Gemüse	38.71	6.3	2.3	0.3	12%	6.11	1.70	16.61	4.64	5.47	1.53	9.39	2.62
Brot und Backwaren	481.01	53.5	43.0	14.0	33%	8.99	125.79	11.20	156.74	9.75	136.45	9.98	139.66
Pasta	49.69	9.8	10.3	2.4	23%	5.09	12.26	4.83	11.62	5.09	12.26	5.00	12.04
Reis	13.43	3.9	5.0	1.2	23%	3.41	4.01	2.67	3.14	3.41	4.01	3.16	3.72
Mais	0.00	0.0	1.8	0.2	12%	bei übrigen Getreide einberechnet			4.84	1.06	4.84	0.35	
Zucker	168.98	64.2	35.2	3.6	10%	2.63	9.49	4.80	17.30	5.38	19.37	4.27	15.39
Pflanzliche Öle und Fette	110.64	13.0	14.5	1.9	13%	8.53	16.42	7.65	14.72	7.71	14.85	7.96	15.33
Nüsse, Samen, Ölfrüchte	35.24	2.7	5.0	0.2	5%	12.83	3.06	7.06	1.68	13.38	3.19	11.09	2.65
Milch(produkte)	186.94	81.0	79.4	5.4	7%	2.31	12.44	2.36	12.70	1.37	7.40	2.01	10.85
Käse, Molke	241.72	13.5	40.5	4.4	11%	17.85	77.97	5.98	26.10	7.15	31.21	10.32	45.09
Butter, Rahm, Magermilch	91.60	10.5	79.7	4.7	6%	8.74	41.37	1.15	5.44	1.22	5.76	3.70	17.52
Eier	52.20	5.4	9.9	0.7	8%	9.68	7.17	5.30	3.92	0.06	0.04	5.01	3.71
Schweinefleisch	390.04	17.6	19.0	2.6	14%	22.20	58.54	20.57	54.22	20.02	52.78	20.93	55.18
Geflügel	122.30	6.9	7.9	0.8	11%	17.74	14.72	15.56	12.91	17.65	14.64	16.98	14.09
Rindfleisch	278.37	10.6	10.3	1.0	10%	26.34	26.27	27.07	27.00	26.19	26.12	26.54	26.46
Fisch, Schalentiere	116.62	4.9	6.3	0.7	11%	23.78	16.63	18.60	13.01	26.62	18.61	23.00	16.08
Kaffee, Kakato, Tee	235.84	10.9	9.1	0.4	5%	21.61	9.44	25.79	11.26	21.27	9.29	22.89	10.00
Gemischt	119.36	7.0			16%	17.17	0.00	17.17	18.64		0.00		6.21
Summe	3467.96	487.5	587.8	91.8		695.33		567.97		588.51		617.27	

Grobe Kategorisierung	K	K (gerundet)	Fr/kg
Gemüse, Früchte	209.44	210	5.10
Brote, Backwaren	139.66	140	10.00
Stärkebeilagen (Pasta, Reis, Kartoffeln...)	27.68	30	3.10
Öle, Fette, Nüsse, Getränke, Zucker	51.49	50	7.10
Milchprodukte & Eier	77.18	80	5.10
Fleisch, Meeresgetiere	111.82	110	20.40
Summe	617.27	620	6.70

Die detaillierten Ergebnisse von Tabelle 6 werden in sechs aggregierten Lebensmittelkategorien gruppiert, gerundet und in Abbildung 27 in Form von Banknoten visualisiert.

4 GRAPHISCHE VISUALISIERUNGEN

FOOD WASTE

im Haushaltsbudget



Abbildung 27: Visualisierung der Kosten von Lebensmittelabfällen in Haushalten in Franken pro Person und Jahr und aufgeteilt nach sechs Lebensmittelgruppen, welche durch je eine Banknote visualisiert werden. © BAFU/foodwaste.ch; Grafik: R. Ryser.

Welche Lebensmittelabfälle belasten die Umwelt am meisten?

Umweltbelastung vermeidbarer Lebensmittelabfälle (UBP pro Kilogramm)

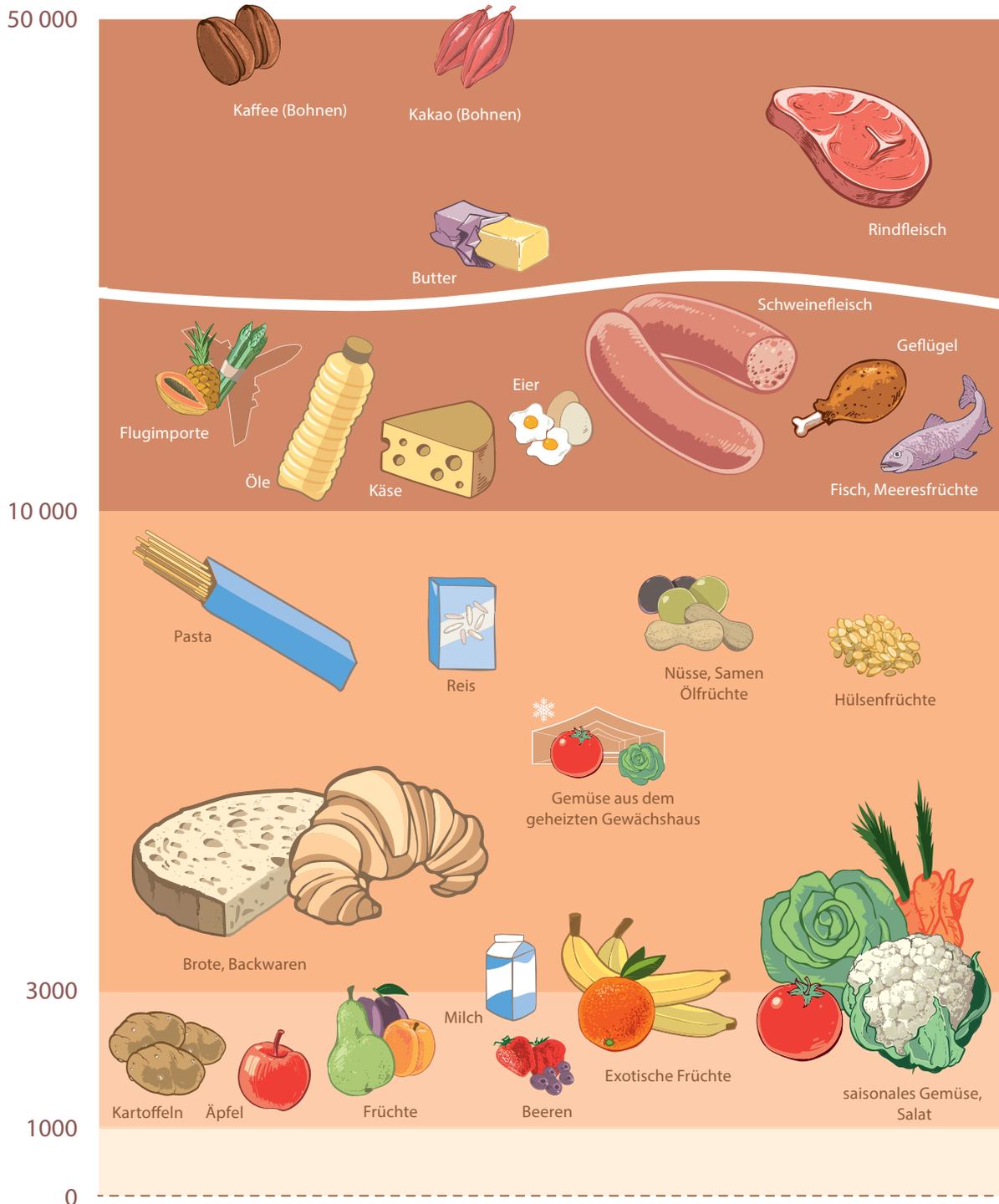


Abbildung 28: Umweltbelastung der Produktion und Entsorgung von einem Kilo Food Waste der entsprechenden Lebensmittelkategorien im Haushalt und in der Gastronomie. Gutschriften für den Umweltnutzen der Entsorgung (z.B. Kompost, Heimtierfutter) sind bereits abgezogen. Grosse Symbole weisen darauf hin, dass bei diesen Produktkategorien grössere Verlustmengen anfallen. Je weiter oben in der Tabelle ein Produkt steht, desto grösser die Umweltrelevanz und desto wichtiger ist es folglich, sorgsam damit umzugehen und nichts zu verschwenden. Grafik: R. Ryser.

Folgende Erkenntnisse lassen sich aus Abbildung 25 ableiten:

- Je höher oben das Symbol für eine Produktkategorie in der Abbildung liegt, desto höher ist die Umweltbelastung, die pro Kilo weggeworfenes Lebensmittel verursacht wird. Kakao, Kaffee und Rindfleisch sind somit an der Spitze, gefolgt von Butter, Schweinefleisch, mit dem Flugzeug importierten Produkten sowie Geflügel und Eiern. Bei Reis und Teigwaren ist es umweltbelastender, ein Kilo ungekochte Ware zu entsorgen als ein Kilo gekochte Ware, weil die gekochte Ware mit Wasser verdünnt ist.
- Je grösser das Symbol ist, desto mehr werden die entsprechenden Produkte in Haushalten und Gastronomiebetrieben verschwendet. Frischgemüse sowie Brote und Backwaren machen den grössten Anteil am Food Waste aus.

Daraus lässt sich folgende Empfehlung ableiten:

«Versuchen Sie die oben eingezeichneten Produktkategorien möglichst niemals zu verschwenden und achten sie bei den Kategorien mit grossen Symbolen darauf, dass Sie die Verschwendung deutlich reduzieren.»

Umweltbelastung der vermeidbaren Lebensmittelverluste der Schweiz

Auf jeder Stufe der Lebensmittelkette fallen Lebensmittelverluste an, welche die Umwelt zusätzlich belasten.

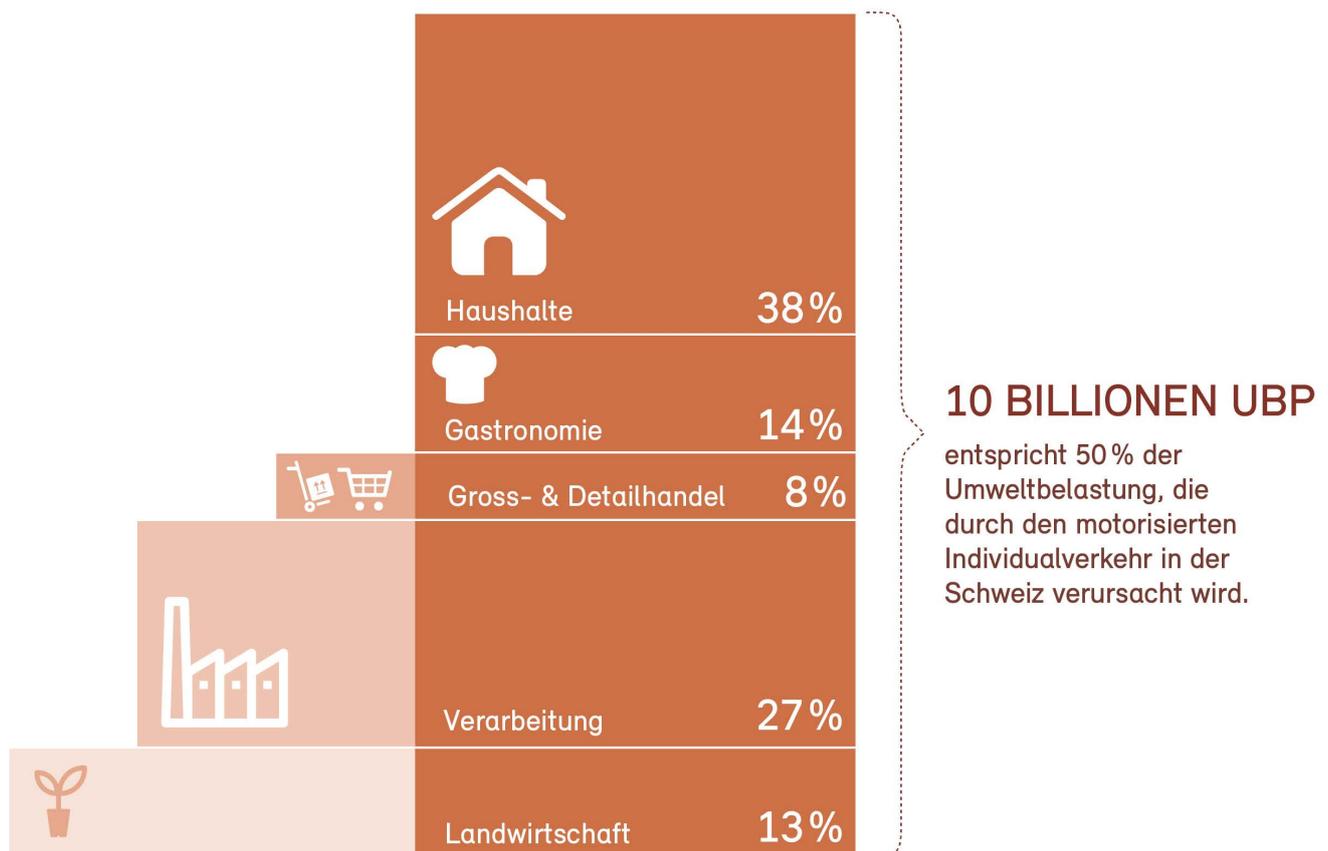


Abbildung 29: Umweltbelastung, die durch die essbaren Lebensmittelverluste in den verschiedenen Sektoren verursacht wird, ausgedrückt in Umweltbelastungspunkten (UBP). Gesamthaft verursachen die Lebensmittelverluste im Ernährungssystem, welches den Schweizer Lebensmittelkonsum sicherstellt, 10 Billionen UBPs. Die Lebensmittelverluste bei der Produktion von in die Schweiz importierten Produkten machen rund 1 Billion UBPs aus. Etwa eine halbe Billionen UBPs wird verursacht durch Lebensmittelverluste in der Schweizer Verarbeitungsindustrie bei der Produktion von Exportprodukten, die nicht in den Schweizer Konsum einfließen. Die roten Prozentwerte zeigen, wie viel die Verluste der einzelnen Sektoren zu den 10 Billionen UBPs beitragen. Grafik: R. Ryser.

Folgende Erkenntnisse lassen sich aus Abbildung 29 ableiten:

- Die **Lebensmittelverluste in Haushalten und Gastronomie** sind gut für die **Hälfte der Umweltbelastung** aller Lebensmittelverluste verantwortlich, die andere Hälfte wird durch die Verluste in der Versorgungskette verursacht. Dabei macht die Lebensmittelindustrie den grössten Anteil aus, gefolgt von Landwirtschaft und Handel.
- Die **Umweltbelastung kumuliert sich entlang der Wertschöpfungskette** und verursacht schweizweit rund 10 Billionen UBP (25% der Umweltbelastung der Ernährung).
- Rund **10% der Umweltbelastung** der vermeidbaren Lebensmittelverluste entsteht **durch Verluste, die** bei der landwirtschaftlichen Produktion von Importprodukten **im Ausland entstehen** (ca. 1 Billion UBP). **Weitere etwa 40% der Umweltbelastung** der vermeidbaren Lebensmittelverluste entstehen **durch Verluste von Produkten, die aus dem Ausland importiert werden und in der Schweiz verloren gehen** (in der Abbildung nicht ersichtlich). Die Verluste von Importprodukten machen also etwa die Hälfte der Umweltbelastung aller Verluste aus, die dem Schweizer Konsum anzurechnen sind.
- Ein Teil der Lebensmittelverluste, die in der Schweiz anfallen, entsteht bei der Herstellung von Exportprodukten und wird daher nicht dem Schweizer Konsum angerechnet. Diese Verluste verursachen etwa 5% der Umweltbelastung aller vermeidbaren Lebensmittelverluste (0.5 Billionen UBP).

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die **2.8 Millionen Tonnen vermeidbare Lebensmittelverluste** im Schweizer Ernährungssystem verursachen rund **25% der Umweltbelastung der Ernährung (1.2 Mio UBP pro Person und Jahr)**. Dies entspricht etwa der **halben Umweltbelastung des motorisierten Individualverkehrs der Schweiz**. In Bezug auf die Treibhausgasemissionen ist der Anteil der Lebensmittelverluste an der gesamten Ernährung ebenfalls etwa ein Viertel (**0.5 t CO₂-eq pro Person und Jahr**) und der Landverbrauch liegt bei **fast zwei Dritteln des Schweizer Ackerlandes und knapp der Hälfte des Weidelandes**.

Neben unnötigen Umweltauswirkungen sind Lebensmittelverluste auch eine Geldverschwendung. Die **Kosten der Lebensmittel**, welche **in Schweizer Haushalten entsorgt** werden, machen **über 600 Franken pro Person und Jahr** aus. Dies ergibt über die gesamte Schweiz hochgerechnet über 5 Milliarden Franken, wobei Lebensmittelverluste auf anderen Stufen der Lebensmittelkette noch nicht inbegriffen sind.

Die Lebensmittelkategorien mit den grössten Food Waste-bedingten Umweltauswirkungen sind **Brote und Backwaren** (v.a. zu Futtermitteln deklassiertes Getreide, bei der Weissmehlproduktion anfallende Kleie sowie Verschwendung von Backwaren wegen hoher Frischeanforderungen), **Käse und Molke** (v.a. verfütterte Molke als Nebenprodukt der Käseherstellung), **Rind- und Schweinefleisch** (v.a. essbare Körperteile mit geringer Nachfrage) sowie **Frischgemüse**, welches aufgrund hoher Frischeanforderungen und Qualitätsnormen verloren geht. Die Lebensmittelkategorien mit dem grössten Umweltfussabdruck pro entsorgtem Kilo Lebensmittelabfall sind Kaffee- und Kakaobohnen, Fleisch, Butter, Eier, mit dem Flugzeug importierte Produkte sowie Öle und Fette, Fisch und Käse. Bei diesen Produkten sollte besonders darauf geachtet werden, dass sie nicht verloren gehen.

Die Umweltauswirkungen von Lebensmitteln nehmen im Verlaufe der Lebensmittelkette zu (Transporte, Verarbeitungsprozesse, Kühlung, Erwärmung etc.). Daher sind **Vermeidungsmassnahmen am Ende der Lebensmittelkette** (Haushalte, Gastronomie, Detailhandel) **besonders umweltrelevant**.

Die Verwertung von Lebensmittelverlusten bringt bei den meisten Lebensmittelkategorien einen Netto-Umweltnutzen, insbesondere durch den Ersatz von Futtermitteln, Energie aus Biogasanlagen und Kompost aus Kompostierungsanlagen. Dieser **Umweltnutzen der Verwertung** ist **im Mittel über alle Lebensmittelkategorien** aber **klein im Vergleich zu den Umweltauswirkungen der Produktionskette (ca. 12%)**. Die Vermeidung von Lebensmittelabfällen ist folglich eine deutlich wirksamere Massnahme für die Umwelt als eine verbesserte Verwertung der Abfälle (z.B. kompostieren statt verbrennen).

Durch eine **Halbierung der Lebensmittelverluste**, wie sie in den Szenarien von Kapitel 3.6.1 im Rahmen einer Umsetzung der Sustainable Development Goals (SDG 12.3) vorgeschlagen wird, könnte die **Umweltbelastung der Lebensmittelverluste um 39-61% verringert** werden (460-720'000 UBP/Person/Jahr). Die **Gesamtweltbelastung der Ernährung** würde **um 10-15% abnehmen**. Somit liegt der Umweltnutzen der Food Waste-Halbierung leicht tiefer als die Veränderung des Ernährungsstils vom heutigen Durchschnitt (Referenzjahr 2015) auf eine flexitarische Ernährung mit durchschnittlich 300 g Fleisch pro Woche (Reduktion der Umweltbelastung um 18%). Je mehr die Vermeidungsmassnahmen auf die oben erwähnten umweltrelevanten Lebensmittelkategorien fokussiert werden, desto grösser der Nutzen für die Umwelt.

Die Chance, das SDG 12.3 zu erreichen, ist am grössten bei einer Kombination von individuellen Initiativen aus der Bevölkerung und der Wirtschaft mit öffentlichen Massnahmen zur Bildung und Sensibilisierung der Bevölkerung sowie mit politischen Massnahmen zur Anpassung der gesetzlichen und finanziellen Rahmenbedingungen der Lebensmittelindustrie.

6 LITERATURVERZEICHNIS

- Amstutz, T. (2016): Interview und Datenaustausch mit Therese Amstutz vom 3.6.2016. Schweizerischer Bauernverband, Lauerstr. 10, CH 5200 Brugg.
- Arrigo, Y., Chaubert, C. and Daccord, R. (1999): Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. 4. überarb. Aufl., 327 S. Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale, CH-3052 Zollikofen.
- Aviforum (2011): Mailauskunft von Andreas Gloor vom 6-7-2011. Aviforum, Burgerweg 22, CH-3052 Zollikofen.
- BAFU (2014): Erhebung der Kehrrechtzusammensetzung 2012. Bundesamt für Umwelt BAFU, 3003 Bern.
- Baier, U. (2019): Datenaustausch mit Urs Baier vom 28.3.2019. Prof. Dr. Urs Baier, ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Fachstelle Umweltbiotechnologie, Einsiedlerstrasse 31 / Campus Reidbach, CH-8820 Wädenswil
- Baier, U. and Buchli, J. (2019): Datenaustausch mit Prof. Urs Baier und Dr. Jürg Buchli im September 2019. ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Fachstelle Umweltbiotechnologie, Einsiedlerstrasse 31 / Campus Reidbach, CH-8820 Wädenswil
- Baier, U. and Deller, A. (2014): FOOD WASTE – Fachliche Grundlagen. Bericht zur Po. Chevalley 12.3907, BAFU, Bern.
- Baier, U., Moser, Y., Rüschi, F. and Warthmann, R. (2017): Biomassenutzung in der Schweizer Landwirtschaft. Stoffflussanalyse landwirtschaftlicher Biomassen auf Produktions- und Nutzungsebene. Bundesamt für Umwelt BAFU, Worblentalstrasse 68, CH-3063 Ittigen.
- Bareille, N., Gésan-Guiziou, G., Foucras, G., Coudurier, B., Randriamampita, B., Peyraud, J.L., Agabriel, J. and Redlingshöfer, B. (2015): Les pertes alimentaires en filière laitière. *Innovations Agronomiques* 48 (2015), 143-160.
- Beretta, C. (2012): Nahrungsmittelverluste und Vermeidungsstrategien in der Schweiz: Analyse der Nahrungsmittelflüsse in der Schweiz und Ermittlung von Strategien, Nahrungsmittelverluste zu vermindern und die Nahrungsmittelverwertung zu optimieren. Master thesis, ETH Zurich.
- Beretta, C. (2018): Environmental Assessment of Food Losses and Reduction Potential in Food Value Chains. ETH Zürich, Institute of Environmental Engineering, Ecological Systems Design. DISS. ETH NO. 25648. ISBN: 978-3-906916-64-4, DOI: 10.3929/ethz-b-000347342.
- Beretta, C. and Hellweg, S. (2019): Potential Environmental Benefits from Food Loss Prevention in the Food Service Sector in Switzerland. "Resources, Conservation & Recycling".
- Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U. and Hellweg, S. (2013): Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste Management* 2013, 764-773, Volume 33, Issue 3.
- Beretta, C., Stucki, M. and Hellweg, S. (2017): Environmental Impacts and Hotspots of Food Losses: Value Chain Analysis of Swiss Food Consumption. *Environmental Science & Technology* 2017 51 (19), 11165-11173. DOI: 10.1021/acs.est.6b06179
- Betz, A. (2013): Lebensmittelverluste in der Gemeinschaftsverpflegung – eine Untersuchung in ausgewählten Schweizer Betrieben. Professur für Prozesstechnik in Lebensmittel- und Dienstleistungsbetrieben, Justus-Liebig-Universität Gießen. Master thesis (unpublished).
- BFS (2015): Haushaltsbudgeterhebung 2013: Einkommen und Ausgaben der Privathaushalte in der Schweiz. Bundesamt für Statistik (BFS), Espace de l'Europe 10, 2010 Neuchâtel. <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen_quellen/blank/blank/habe/04.html>.
- BFS (2018): Mehr als 60% des Treibhausgas-Fussabdrucks entstehen im Ausland. Bundesamt für Statistik, CH-2010 Neuchâtel.
- BFS&ARE (2017): Mobilität in der Schweiz: Ergebnisse des Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015. Bundesamt für Statistik, Bundesamt für Raumentwicklung, Neuchâtel und Bern.
- BLV (2017): Schweizer Nährwertdatenbank Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, Schwarzenburgstrasse 155, 3003 Bern. <www.naehrwertdaten.ch>.
- BMEL (2017): Bundeslebensmittelschlüssel. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Rochusstraße 1, 53123 Bonn. <<https://www.blsdb.de/>>.
- Bochud, M., Chatelan, A. and Blanco, J.-M. (2017): Anthropometric characteristics and indicators of eating and physical activity behaviors in the Swiss adult population: Results from menuCH 2014-2015. Universität Bern, Institut für Sozial und Präventivmedizin (ISPM), Bern.
- Caritas_Luzern (2011): Personal communication with Caritas manager Rolf Maurer on 21.2.2011. Caritas Luzern, Morgartenstr. 19, CH-6002 Luzern. <www.caritas-markt.ch>.
- Chaudhary, A., Pfister, S. and Hellweg, S. (2016a): Spatially Explicit Analysis of Biodiversity Loss due to Global Agriculture, Pasture and Forest Land Use from a Producer and Consumer Perspective. *Environ. Sci. Technol* 2016.
- Chaudhary, A., Veronesi, F., Baan, L. de and Hellweg, S. (2015): Quantifying Land Use Impacts on Biodiversity: Combining Species–Area Models and Vulnerability Indicators. *Environ Sci Technol*. 2015 Aug 18;49(16):9987-95. DOI: 10.1021/acs.est.5b02507.

- Coudurier, B. (2015): Pertes alimentaires dans la filière ponte d'oeufs de consommation. *Innovations agronomiques*, 48, 177-200. <http://prodinra.inra.fr/ft?id=EEAEF37E-A920-47DF-8CCC-70227BDC8C66>.
- Davis, J. and Wallman, M. (2011): Emissions of Greenhouse Gases from Production of Horticultural Products - Analysis of 17 products cultivated in Sweden. SR 828. Gothenburg, SIK - The Swedish Institute for Food and Biotechnology.
- Defra (2010): Household Food and Drink Waste linked to Food and Drink Purchases. Department for Environment Food and Rural Affairs (defra), Foss House, Kings Pool, 1 - 2 Peasholme Green, York.
- Delley, M. and Brunner, T.A. (2018): Household food waste quantification: comparison of two methods. *British Food Journal* Vol. 120 No. 7, 2018 pp. 1504-1515. DOI 10.1108/BFJ-09-2017-0486.
- ecoinvent (2016): The ecoinvent Database. ecoinvent, Technoparkstrasse 1, 8005 Zurich.
- ESU-Services (2017): Le bilan écologique des aliments. ESU-services Ltd., Vorstadt 14, CH-8200 Schaffhausen.
- Europäische Kommission (2019): DELEGIERTER BESCHLUSS (EU) .../... DER KOMMISSION vom 3.5.2019 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. Europäische Kommission. Brüssel, 3.5.2019.
- FAO (2013): Food Wastage Footprint - Impacts on Natural Resources. Summary Report, FAO, Rome. Available online <<http://www.fao.org/docrep/018/i3347e/i3347e.pdf>>, retrieved 6.2015.
- Ferrara, P. (2011): Legehennen als Wegwerfware. Kassensturz vom 19. April 2011. <http://www.kassensturz.sf.tv/Nachrichten/Archiv/2011/04/19/Themen/Konsum/Legehennen-als-Wegwerfware>.
- Freiburghaus (2011): Interview und Datenübermittlung vom 18-3-2011 durch Christian Freiburghaus, Leiter Qualitätskontrolle. Coop, Q-Kontrolle DS Nord, Bäumlimattstr. 7, CH-4313 Möhlin.
- Frischknecht, R., Jungbluth, N., H.-A.Althaus, Doka, G., Dones, R., Heck, T., Hellweg, S., Hirschler, R., Nemecek, T., Rebitzer, G., Spielmann, M. and Wernet, G. (2007): Overview and Methodology, ecoinvent report No. 1. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, 2007.
- Frischknecht, R., Knöpfel, S. B., Flury, K. and Stucki, M. (2013): Swiss Eco-Factors 2013 according to the Ecological Scarcity Method. Methodological fundamentals and their application in Switzerland. No. Environmental studies no. 1330. Berne. Federal Office for the Environment.
- Frischknecht, R., Nathani, C., Alig, M., Stolz, P., Tschümperlin, L. and Hellmüller, P. (2018): Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz. Zeitlicher Verlauf 1996 – 2015. Bundesamt für Umwelt (BAFU).
- Gillick, S. and Quedsted, T. (2018): Household food waste: restated data for 2007-2015. Banbury, UK: WRAP. Available from: 2018 <http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Household%20Food%20Waste%20Restated%20Data%202007-15%20FINAL.pdf>.
- Gustavsson, J. and Cederberg, C. (2011): Global food losses and food waste; extent, causes and prevention. Swedish Institute for Food and Biotechnology (SIK), Gothenburg (Sweden), and FAO, Rome (Italy).
- Henz, K. (2016): Potenzial der Foodwaste-Verringerung bei regionalen Früchten und Gemüsen. ETH Zurich, Institute of environmental engineering, 8093 Zürich. Bachelor thesis, unpublished.
- Hobson, R.N. and Bruce, D.M. (2002): PM—Power and Machinery: Seed Loss when Cutting a Standing Crop of Oilseed Rape with Two Types of Combine Harvester Header. *Biosystems Engineering* 81(3): 281-286.
- Hrad, M., Ottner, R. and Obersteiner, G. (2016): Fortführung der Erhebung von Lebensmittelverlusten in der Landwirtschaft. Universität für Bodenkultur Wien, Institut für Abfallwirtschaft, Muthgasse 107/III, A-1190 Wien.
- Hüsch, R., Baier, U., Breitenmoser, L., Gross, T. and Rüschi, F. (2018): Lebensmittelabfälle in Schweizer Grüngut: Feldstudie zur Erhebung und zur quantitativen Analyse von Lebensmittelabfällen in Schweizer Grüngut. Bundesamt für Umwelt BAFU, Worbentalstrasse 68, CH-3063 Ittigen.
- IPCC (2013): Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jungbluth, N., Itten, R. and Stucki, M. (2012): Umweltbelastungen des privaten Konsums und Reduktionspotenziale. ESU-services GmbH, Kanzleistr. 4, 8610 Uster.
- Kopf-Bolanz, K., Bisig, W., Jungbluth, N. and Denkel, C. (2015): Quantitatives Potential zur Verwertung von Molke in Lebensmitteln in der Schweiz. *Agrarforschung Schweiz* 6, 270-277.
- Mosberger, L., Gröbly, D., Buchli, J., Müller, C. and Baier, U. (2016): Schlussbericht Organische Verluste aus der Lebensmittelindustrie in der Schweiz - Massenflussanalyse nach Branchen und Beurteilung von Vermeidung / Verwertung. ZHAW (nicht publiziert).
- Nicholes, M.J., Quedsted, T.E., Reynolds, C., Gillick, S. and Parry, A.D. (2019): Surely you don't eat parsnip skins? Categorising the

- edibility of food waste. Resources, Conservation & Recycling, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.004>.
- Odermatt, M. (2015): In den Suppentopf statt zur Biogasanlage. Aargauer Zeitung vom Samstag, 4.4.2015, Nr. 091. (available online <<http://www.aargauerzeitung.ch/schweiz/in-den-suppenopf-statt-zur-biogasanlage-schweizer-sollen-mehr-suppenhuehner-essen-129006132>>, retrieved 6.4.2015).
- Östergren, K., Gustavsson, J., Bos-Brouwers, H., Timmermans, T., Hansen, O.-J., Møller, H., Anderson, G., O'Connor, C., Soethoudt, H., Quedsted, T., Easteal, S., Politano, A., Bellettato, C., Canali, M., Falasconi, L., Gaiani, S., Vittuari, M., Schneider, F., Moates, G., Waldron, K. and Redlingshöfer, B. (2014): FUSIONS Definitional Framework for Food Waste. Full report, Sweden, ISBN 978-91-7290-331-9.
- Paganini, F. (2014): Nahrungsmittelverluste in der Wertschöpfungskette von Brotweizen in der Schweiz. Bachelor Thesis, ETH Zurich.
- Palipane, K. B. and Rolle, R. (2008): Good practice for assuring the post-harvest quality of exotic tree fruit crops produced in Jamaica. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Rome, 2008.
- Pfister, S. and Bayer, P. (2014): Monthly water stress: spatially and temporally explicit consumptive water footprint of global crop production. Journal of Cleaner Production 73 (2014), 52-62.
- Quedsted, T., Ingle, R. and Parry, A. (2013): Household Food and Drink Waste in the United Kingdom 2012. Report prepared by WRAP (Waste and Resources Action Programme). Banbury.
- Quedsted, T. and Johnson, H. (2009): Household Food and Drink Waste in the UK A report containing quantification of the amount and types of household food and drink waste in the UK. Report prepared by WRAP (Waste and Resources Action Programme). Banbury.
- Quedsted, T. and Parry, A. (2017): Final report Household Food Waste in the UK, 2015. Report prepared by WRAP (Waste and Resources Action Programme). Banbury.
- Redlingshöfer, B., Coudurier, B. and Bareille, N. (2019): État des lieux des pertes alimentaires et potentiel d'utilisation des sous-produits animaux par les filières animales. INRA Productions Animales, 2019, numéro 1. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2019.32.1.2454>.
- Reuge, S.O. (2013): Getreide-, Mehl- und Brotabfälle entlang der (Brot-) Wertschöpfungskette und deren Auswirkungen auf die Umwelt. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, Länggasse 85, CH-3052 Zollikofen. Bachelor thesis.
- SBA (2011): Interview vom 15. 4.2011 mit Joachim Messner, Geschäftsleiter. SBA Schlachtbetrieb Basel AG, Postfach 422, CH-4012 Basel.
- SBV (2009): Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2008. Schweizerischer Bauernverband, Lauerstr. 10, CH 5200 Brugg.
- SBV (2013): Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2012. Schweizerischer Bauernverband, Lauerstr. 10, CH 5200 Brugg.
- SBV (2014): Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2013. Schweizerischer Bauernverband, Lauerstr. 10, CH 5200 Brugg.
- SBV (2016): Personal communication and data transfer with Lena Obrist and Daniel Erdin on 25.08.2016. Schweizerischer Bauernverband, Lauerstr. 10, CH 5200 Brugg.
- SBV (2019): Interview mit Lena Obrist und Datentransfer aus den statistischen Erhebungen am 2.4.2019. Schweizerischer Bauernverband, Lauerstr. 10, CH 5200 Brugg.
- Scherer, L. and Pfister, S. (2016): Global biodiversity loss by freshwater consumption and eutrophication from Swiss food consumption. Environ. Sci. Technol. 2016, 50, 7019–7028. DOI: 10.1021/acs.est.6b00740.
- Schmid, M. (2019): Datenaustausch mit Marianne Schmid, Gesamtleitung Regionen der Schweizer Tafel, am 11.7.2019. Schweizer Tafel, Bahnhofplatz 20, 3210 Kerzers.
- Schneider, F., Part, F., Lebersorger, S., Scherhauer, S. and Böhm, K. (2012): Sekundärstudie Lebensmittelabfälle in Österreich. Universität für Bodenkultur Wien, Department für Wasser – Atmosphäre – Umwelt, Institut für Abfallwirtschaft, Muthgasse 107, A - 1190 Wien.
- SFF (2008): Fachkunde für die Schweizer Fleischwirtschaft. Schweizer Fleisch-Fachverband (SFF), 8032 Zürich.
- SGE (2016): Schweizer Lebensmittelpyramide: Empfehlungen zum ausgewogenen und genussvollen Essen und Trinken für Erwachsene. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung SGE, Schwarztörstrasse 87, CH-3001 Bern. <http://www.sge-ssn.ch/ich-und-du/essen-und-trinken/ausgewogen/schweizer-lebensmittelpyramide/>.
- Sheane, R., McCosker, C. and Lillywhite, R. (2016): On-farm food losses. Report prepared by WRAP (Waste and Resources Action Programme). Banbury.
- Souci, S.W. (2008): Food composition and nutrition tables. Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (Garching), Stuttgart, ISBN: 978-3-8047-5038-8.

- Spörri, A., Bening, C. and Scholz, R.W. (2011): Nachhaltigkeitsanalyse der industriellen Zuckerproduktion. ETH Zürich, Natural and Social Science Interface (NSSI).
- Springmann, M., Clark, M., M.-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassaletta, L., Vries, W. de, Vermeulen, S.J., Herrero, M., Carlson, K. M., Jonell, M., Troell, M., DeClerck, F., Gordon, L. J., Zurayk, R., Scarborough, P., Rayner, M., Loken, B., Fanzo, J., Godfray, H. C. J., Tilman, D., Rockström, J. and Willett, W. (2018): Options for keeping the food system within environmental limits. N A T U R E | V O L 5 6 2 | 2 5 O C T O B E R 2 0 1 8.
- Stähli, A. (2019): Mündliche Auskunft von Alex Stähli, Geschäftsführer von Tischlein deck dich, am 5.7.2019. Tischlein deck dich Tdd, Lebensmittelhilfe für die Schweiz, Rudolf Diesel-Strasse 25, 8405 Winterthur. <www.tischlein.ch>.
- Stuart, T. (2009): Waste – uncovering the global food scandal. Penguin Books: London, ISBN: 978-0-141-03634-2.
- Swissmill (2016): Interview and data transfer with Bruno Hartmann (29.8.2016). Swissmill, Sihlquai 306, CH-8037 Zürich.
- Tobi_Seeobst (2011): Interview vom 1-4-2011. Tobi Seeobst AG, Ibergstrasse 28, CH-9220 Bischofzell.
- Tscheuschner, H.D. (2014): Grundzüge der Lebensmitteltechnologie. ISBN 798-3-89947-085-7.
- Vadenbo, C., Hellweg, S. and Astrup, T.F. (2016): Let's be clear(er) about substitution – a general framework to account for product displacement in LCA. Journal of Industrial Ecology 2016, 1088-1980.
- Ventour, L. (2008): The food we waste. Report prepared by WRAP (Waste and Resources Action Programme). Banbury.
- Willersinn, C. (2015): Quantity and quality of food losses along the Swiss potato supply chain Stepwise investigation and. Waste Management (2015), <<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.08.033>>.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S. and Garnett, T. (2019): Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. Lancet 2019; 393: 447–92, Published Online, January 16, 2019, [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4).
- ZEMAG (2011): Mailauskunft und Datenübermittlung vom 12- und 16-5-2011 durch Michael Raduner, Geschäftsführer. Zürcher Engros Markthalle AG, Aargauerstrasse 1, 8048 Zürich.
- Zhiyenbek, A., Beretta, C., Stoessel, F. and Hellweg, S. (2017): Ökobilanzierung Früchte- und Gemüseproduktione eine Entscheidungsunterstützung für ökologisches Einkaufen. ETH Zürich, Institut für Umweltingenieurwissenschaften, John-von-Neumann-Weg 9, 8093 Zurich (not published).
- zucker.ch (2019): Melassierte Zuckerrübenschnitzel: Das energiereiche Sortiment der Nebenprodukte aus der Zuckergewinnung. Schweizer Zucker AG, CH-3270 Aarberg. <<http://www.zucker.ch/de/futtermittel/beratung-und-verkauf/>> (20.5.2019).

ANHANG

A ERGÄNZENDE RESULTATE

A.1 Aufschlüsselung nach Stufen der Lebensmittelkette: Vergleich von Masse, Energie, Gesamtumweltbelastung, Biodiversitätseffekt

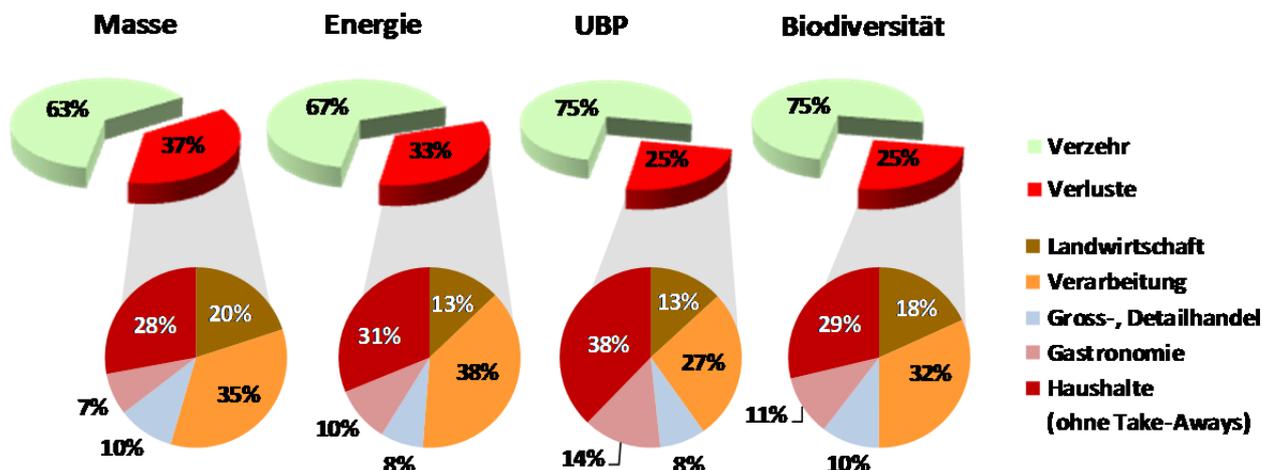


Abbildung A30: Oben: Anteil, den Lebensmittelverluste an der gesamten landwirtschaftlichen Produktion in Form von Masse sowie Energie (Nährwert) ausmachen und Anteil der Umweltbelastungen (UBP) und der Biodiversitätseffekte der gesamten Ernährung, die durch Lebensmittelverluste verursacht wird (rot = Anteil der Lebensmittelverluste, grün = Anteil der Verzehrten Produkte). Unten: Aufschlüsselung der Lebensmittelverluste nach den 5 Stufen der Lebensmittelkette, auf der sie anfallen.

Abbildung A30 zeigt, dass 37% der Masse und 33% des Nährwertes der aus der landwirtschaftlichen Produktion¹⁰ verfügbaren Lebensmittel nicht von Menschen verzehrt werden. Diese verursachen 25% der Gesamtumweltbelastung¹¹ und 25% der Biodiversitätseffekte des Ernährungssystems. Die unteren Kuchendiagramme zeigen, dass in der Lebensmittelindustrie mengenmässig am meisten Lebensmittelverluste anfallen (35%). Die Lebensmittelverluste mit den grössten Umwelteffekten fallen aber in den Haushalten an (38%). Die Lebensmittelverluste auf Stufe Konsum (Gastronomie und Haushalte) sind für über die Hälfte der Umweltbelastung der Lebensmittelverluste verantwortlich. Bei den Biodiversitätseffekten machen sie etwas weniger aus (40%). Dies ist damit erklärbar, dass die grössten Biodiversitätseffekte beim Land- und Wasserverbrauch in der landwirtschaftlichen Produktion verursacht werden, während die Gesamtumweltbelastung relativ stark zunimmt mit jeder Stufe der Lebensmittelkette, welche ein Lebensmittel durchläuft (Transporte, Kühlung, Verarbeitung etc.). Daher fallen die Verluste am Schluss der Lebensmittelkette mehr ins Gewicht.

Weitere Erläuterungen der Resultate sind im Bericht in Kapitel 3 zu finden.

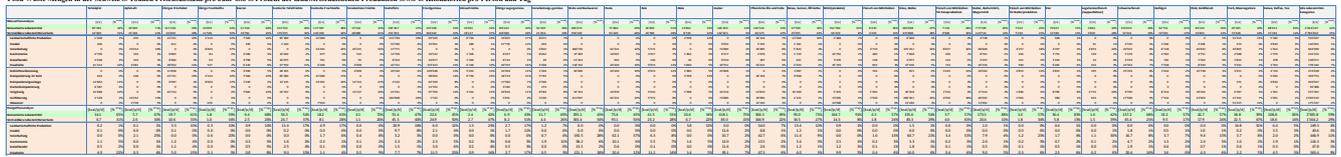
¹⁰ Inlandproduktion und ausländische, für den Import in die Schweiz vorgesehene Produktion

¹¹ Gutschriften für die Verwertung der Lebensmittelverluste inbegriffen (Futtermittel, Wärme, Strom, Dünger..., siehe Kapitel 2.4.2)

A.2 Übersichtstabellen

Tabelle A7: Mengen und Umweltauswirkungen der Lebensmittelverluste in der Schweiz, aufgeschlüsselt nach Lebensmittelkategorien und nach Stufen der Lebensmittelkette, auf der sie anfallen (auf Anfrage beim Auftraggeber als Excel-File verfügbar).

Food Waste Menge in der Schweiz in Tonnen Frischsubstanz pro Jahr und in Prozent der landwirtschaftlichen Produktion sowie in Kilokalorien pro Person und Tag



Treibhausgasemissionen, Umweltbelastung und Biodiversitätsfaktoren der Lebensmittelverluste pro Person und Jahr

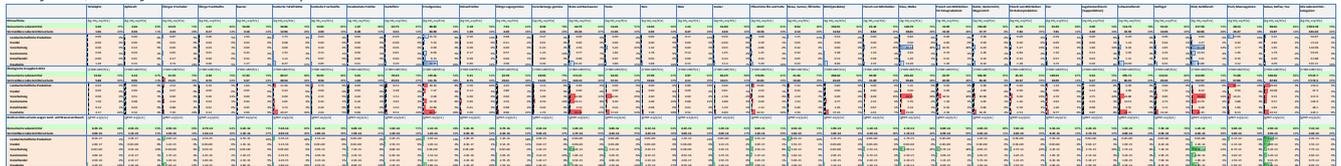


Tabelle A7 zeigt detaillierte Resultate der Massen-, Energie- und Ökobilanzanalysen auf, wobei 33 Lebensmittelkategorien, 6 Stufen der Lebensmittelkette und 7 Verwertungswege von Lebensmittelverlusten unterschieden werden. Diese detaillierten Resultate beruhen zum Teil auf Annahmen oder groben Schätzungen und können mit grösseren Unsicherheiten verbunden sein, welche in der Abbildung nicht ersichtlich sind. Daher sollten **Interpretationen aus Vergleichen einzelner Zahlen nur mit einer Abklärung der zugrundeliegenden Quellen und Annahmen** vorgenommen werden (siehe Methodik).

Zu beachten: Die Verluste von Ölkuchen in der Verarbeitungsindustrie sind mit negativen Umwelteffekten modelliert. Dies beruht auf der Annahme, dass der Ölkuchen proportional zum Nährwert (Kaloriengehalt) einen Futtermix aus Gerste, Weizen und Sojaschrot ersetzen kann. Da der Ölkuchen allerdings einen höheren Fettgehalt aufweist, müsste diese Annahme weiter untersucht werden, bevor beurteilt werden kann, ob die Verfütterung von Ölkuchen mit einer Anpassung der übrigen Futtermittelmischung nach ernährungsphysiologischen Kriterien ökologisch Sinn macht.