

Umwelteffekte und Vermeidungsstrategien von Lebensmittelverlusten in der Schweiz

Analyse der Umwelteffekte der Produktion und Entsorgung von Lebensmittelverlusten in der Schweiz und Ableitung von Strategien und Massnahmen zur Verringerung dieser Umwelteffekte

Zwischenstandsbericht fürs BLW und BAFU, 22. Januar 2015

INHALT

1) Einleitung

2) Methodik

- Beschreibung des Modells, seiner Datengrundlage und aktueller Stand
- Allokationsprinzip

3) Resultate: Vorläufige Ergebnisse

- Umweltwirkungen der Produktionskette
- Umweltwirkungen der Verwertung von LMV
- Überblick: Umweltbelastungsbeitragsanalyse aller Lebensmittel am Beispiel des Treibhauspotenzials
- Umweltwirkungen pro kg Lebensmittelverlust und –verzehr
- Vergleich von Produkten

4) Weiteres Vorgehen

- Aktueller Zwischenstand und nächste Schritte
- Fazit

5) Abkürzungen, Definitionen und Begriffe

1) Einleitung

Dieser Bericht ist ein Begleitdokument zur Präsentation, welche am 22.1.2015 gezeigt wird (siehe Anhang). Er ist nicht in allen Punkten selbsterklärend und ergänzt lediglich die Präsentationsfolien. Verweise auf die entsprechenden Folien unterstützen die Orientierung. Die wichtigsten Abbildungen wurden aber in den Bericht übernommen, damit alle wichtigen Inhalte auch ohne Präsentation ersichtlich sind.

Die Präsentation ist folgendermassen aufgebaut. Im ersten Kapitel „Grundlagen und Fragestellungen“ werden wie im letzten Zwischenstandsbericht die groben Fragestellungen, welche im Forschungsplan festgelegt wurden, nochmals aufgefrischt. Folien 4 und 5 zeigen Resultate der Masterarbeit Beretta 2012, in welcher eine Massen- und Energieflussanalyse der Schweizer Lebensmittelkette mit Fokus auf Lebensmittelverluste (LMV) gemacht wurde. Dargestellt ist ein Vergleich der Verluste auf jeder Stufe der Lebensmittelkette sowie ein Vergleich der 22 modellierten Lebensmittelkategorien.

Folien 6 und 7 zeigen, welche analogen Resultate in dieser Dissertation angestrebt werden: Von der quantitativen Betrachtung der LMV zu einer Bewertung der Umweltauswirkungen der Verluste.

Im Kapitel „Methodik“ werden Konzept, Input- und Output-Daten sowie Vorgehen und Software thematisiert. Im Kapitel „Resultate: Erste Trends“ werden zu jedem Ziel, welches im Forschungsplan und der letzten Zwischenstandsbesprechung festgelegt wurde, exemplarisch ein paar Resultate gezeigt. Da die Datengrundlage noch nicht vollständig ist und noch nicht alle Umwelteinflüsse der Produktionskette modelliert werden konnten, sind die Resultate noch vorläufig. Sie dienen dazu, Grössenordnungen zu zeigen, können sich aber noch erheblich verändern bis zum Abschluss der Analyse.

Im letzten Teil „Weiteres Vorgehen“ wird der aktuelle Stand der Arbeit im Blickwinkel des vorgesehenen Zeitplanes beleuchtet und ein Vorschlag für das weitere Vorgehen gemacht, welcher am 22. Januar besprochen werden soll.

2) Methodik

- **Beschreibung des Modells, seiner Datengrundlage und aktueller Stand**

Folie 11 und Folgende zeigen den groben Aufbau des Modells, Folie 17 den aktuellen Stand zum entsprechenden Teil des Modells. Nachfolgend wird zu den einzelnen Teilen der aktuelle Stand erläutert:

- 1) Erste Grundlage bildet die **Massenflussanalyse** aus der Masterarbeit von Beretta et al. 2012¹. Sie wurde komplett verlinkt mit dem neuen Modell. Die Daten der Massenflussanalyse wurden allerdings erst teilweise durch neuere Literaturdaten zu den Mengen von Lebensmittelverlusten ergänzt. Insbesondere die Verfütterung hat sich stark verändert seit der Einführung des Verbotes der sogenannten „Schweinesuppe“. Die Berücksichtigung dieser Veränderung könnte die Resultate deutlich beeinflussen, da viele Gutschriften für substituierte Futtermittel wegfallen werden.
- 2) Zweite Grundlage bilden die Ökobilanzdaten. Hier wurden rund **70 Datensätze aus Ecoinvent für die Produktion der Lebensmittel** ins Modell integriert und zur Berechnung der 30 Lebensmittelkategorien nach Zusammensetzung des Schweizer Warenkorb aggregiert. Für Fisch wurde ein Datensatz der französischen Datenbank *Agribalyse* verwendet. Die *Ecoinvent*-Daten weisen in der Regel eine gute Qualität und Dokumentation auf, sind aber leider nicht für alle Lebensmittel Datensätze für die Schweiz verfügbar. Deshalb wäre es ein grosser Mehrwert für die Analyse, wenn auch Daten der neuen *World Food LCA Database (WFLDB)* berücksichtigt werden könnten. Die Vertraulichkeitserklärung ist unterschrieben und die Daten werden ins Modell integriert, sobald sie zur Verfügung gestellt werden.
Neben der Produktion sollen auch die übrigen **umweltrelevanten Prozesse der Lebensmittelkette** bilanziert werden (Transporte, Lagerung, Verpackung, Verarbeitung, Zubereitung...). Diese Prozesse konnten bis zum jetzigen Zeitpunkt erst teilweise modelliert werden. Insbesondere wird zur Zeit eine Masterarbeit von Christie Walker durchgeführt, welche umweltrelevante Prozesse der Verarbeitungsindustrie ökobilanziert (z.B. Blanchieren, Pasteurisieren, Frittieren...).
Die Berechnung der Ökobilanz der einzelnen Prozesse wurde in der Software *SimaPro* vorgenommen. **Neu wurde an unserem Institut eine Ökobilanzsoftware** von Bernhard Steubing **entwickelt**, welche es ermöglicht, Prozesse leicht zu modifizieren und zu kombinieren und verschiedene **Prozesskombinationen elegant zu berechnen** und die Resultate zu exportieren. Die Einbindung dieser Software könnte sich insbesondere im 2. Block des PhD **für die Berechnung verschiedener Szenarien** als sehr potentes Tool bewähren. **Ungeklärt** ist allerdings, inwieweit in diese Software auch andere Datenbanken als *Ecoinvent* (z.B. *WFLDB*, *Agrifootprint*, *Agribalyse* etc) implementiert werden können.
Die **regionalisierten Bewertungen des Wasser- und Landstresses** nach gruppeninternen Methoden (Pfister, Chaudhary, Verones) konnten noch nicht im Modell implementiert werden, da sich die Abstimmung der Daten mit Importstatistiken als relativ aufwändig herausstellte (Folien 13-14).
- 3) Schliesslich müssen die **Verwertungswege der Lebensmittelverluste** (Verfütterung, Vergärung, Kompostierung etc) ökobilanziert werden. Dazu bestehen noch keine vollständigen, inputspezifischen Daten. Bisher wurden gruppeninterne Modellierungen zur Bewertung des Treibhauspotenzials angewendet. Diese Modellierungen müssen in einem nächsten Schritt auf die übrigen Wirkungskategorien ausgeweitet werden.

¹ Beretta C., Stoessel F., Baier U., Hellweg S. (2012): Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. Waste Management, Volume 33, Issue 3, March 2013. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X12005302>

Ein Projekt des Bundesamtes für Energie in Zusammenarbeit mit der Firma *UMWEKO*² und mit *Carbotech*³ steht zurzeit in der Abklärungsphase und soll die Umwelteffekte der Verwertung von Grüngut substratspezifisch nach dem Standard der Ökobilanzdatenbank *Ecoinvent* ³⁴ quantifizieren. Falls Resultate aus diesem Projekt vor der ersten Publikation verfügbar werden, könnten deutlich differenziertere Daten in die Modellierung einfließen.

- 4) Das Flussmodell der Umweltwirkungen über die Lebensmittelkette konnte erfolgreich aufgebaut werden. Das Modell besteht aus folgenden Teilen:
- Kernmodell, welches die **Daten aus der Massenflussanalyse importiert** und in **Energieflüsse umrechnet**, basierend auf dem Energiegehalt der Lebensmittel in ihren jeweiligen unverarbeiteten und verarbeiteten Zuständen. In einem zweiten Schritt werden die **Ökobilanzdaten** jedes Prozesses innerhalb der Lebensmittelkette **für alle 30 Lebensmittelkategorien** (siehe Folie 15) aus den Exporttabellen aus der Ökobilanzsoftware **importiert**. Die Daten werden auf die aktuellen Lebensmittelflüsse umgerechnet. Anschliessend erfolgt die **Allokation**, um die kumulierten Umweltwirkungen der Vorkette zu berechnen und so eine Aussage machen zu können, welche Umweltwirkungen für die verzehrten Lebensmittel nötig sind und welche Umweltwirkungen auf die verschiedenen Verlustströme zurückzuführen sind und durch deren Vermeidung vermieden werden könnten. Das dazu erarbeitete Allokationsprinzip wird im nächsten Kapitel beschrieben. Die Resultate werden nun **in verschiedene Einheiten** umgerechnet (gesamter Konsum der Schweiz, pro Kopf, pro Kilogramm konsumiertes Lebensmittel, pro Kilogramm Lebensmittelverlust etc).
 - Die beschriebene Analyse in den 30 Lebensmittelkategorien wird im nächsten Schritt für die definierten **12 Produktkombinationen** wiederholt (in der ersten Ebene werden z.B. Tafeläpfel und Apfelsaft zu Äpfeln zusammengefasst, in der zweiten Ebene alle pflanzlichen Lebensmittel, alle Milchprodukte sowie Fleisch und Fisch zusammengefasst, in einer dritten Ebene alles zu einem Warenkorb aggregiert).
 - Die so erhaltenen Resultate werden in 42 Tabellen exportiert (für jedes Produkt und jede Produktkombination), welche als Input für die **Visualisierung der Umweltbelastungsflüsse** mit *eSankey!* dienen. Das gleiche Prozedere kann auch für die **Massen- und Energieflüsse** gemacht werden.
 - Parallel werden die Resultate **graphisch ausgewertet aufgrund einer Vorlage**, welche für alle Produktkategorien vervielfältigt wird. Durch anpassen der Vorlage können neue graphische Darstellungen leicht für alle 42 Produktkategorien und Produktkombinationen umgesetzt werden. Die Grafiken werden automatisch auch als *pdf* exportiert.
- 5) Die Visualisierung mit *eSankey!* Wurde erfolgreich umgesetzt. Dabei kam die Erkenntnis auf, dass die Verlustströme schwer zu interpretieren sind, da sie neben den Konsumströmen sehr klein erscheinen (siehe Abb. 4). Eine separate Darstellungsoption mit Ausblendung der Konsumströme ist daher noch umzusetzen.

Da es eine Sisyphus-Arbeit wäre, das geplante Modell manuell aufzubauen, wurden zahlreiche Prozessschritte **automatisiert durch Programmierung in VBA** (*Visual Basic for Applications*). Mit einer guten Dokumentation ist es möglich, dass das Modell zukünftig von weiteren Personen für neue Analysen genutzt werden kann.

² <http://www.kschleiss.ch/>,

³ <http://www.carbotech.ch/>

⁴ www.ecoinvent.org

- **Allokationsprinzip**

Die gesamten Umweltbelastungen der Lebensmittelkette sollen auf den Lebensmittelverzehr sowie auf die Lebensmittelverluste der einzelnen Stufen der Lebensmittelkette aufgeteilt (alloziiert) werden. Die so zu den Lebensmittelverlusten alloziierten Umweltbelastungen sollen möglichst so definiert sein, dass sie durch Vermeidung der Verluste tatsächlich eingespart werden könnten. Sie dienen somit als **Indikator für die Priorisierung der Verlustströme**. Bei Verlustströmen mit grossen Umweltbelastungen sind Vermeidungsmassnahmen besonders effektiv.

In Abbildung 1 wird das Allokationsprinzip veranschaulicht. Die Grafik zeigt die Wege, über welche die Umweltbelastungen vom Ort, wo sie in die Umwelt gelangen (z.B. landwirtschaftliche Produktion), über die einzelnen Stufen der Lebensmittelkette, wo die Lebensmittelverluste anfallen, bis hin zum Endkonsumenten zugeordnet werden. Dabei werden sie an den Stellen der Lebensmittelkette, wo ein Teil der Lebensmittel verloren geht, jeweils aufgeteilt auf die verwerteten und auf die verschwendeten Lebensmittel. Diese **Aufteilung** erfolgt **nach dem Verhältnis des verdaulichen Energiegehaltes der verwerteten und der verschwendeten Lebensmittel**.

Die **Dicke der „Flüsse“** spiegelt die **Grösse der jeweiligen Umweltbelastung** wider. Dabei ist zu betonen, dass die „Flüsse“ die **theoretische Zuordnung der Umweltbelastungen** vom Ort, wo sie in die Umwelt gelangen, zum Endkonsumenten, dem sie angelastet werden, darstellen. **Sie zeigen also keine physischen Stoffflüsse**.

Die Umwelteffekte der landwirtschaftlichen Produktion von Lebensmitteln (grüner Fluss vom Traktor ausgehend in Abbildung 1) und die Umwelteffekte der Verwertung der unvermeidbaren Verluste, die in der Landwirtschaft anfallen (z.B. durch nasse Witterung schlecht gewordene Kirschen in Abbildung 1), werden nach dem Verhältnis der in der Landwirtschaft verschwendeten (z.B. aussortierte, unförmige Karotten) und der an den Handel abgelieferten Produkte auf einen grünen und einen roten Fluss aufgeteilt. Die Dicke des grünen Flusses nach der Allokation (in Abbildung 1 mit schwarzen Pfeilspitzen dargestellt) entspricht den Umweltbelastungen, die den verwerteten Lebensmitteln zugeordnet werden, die Dicke des roten Flusses derjenigen Umweltbelastung, welche den verschwendeten Lebensmitteln zugeordnet werden.

Die Umwelteffekte der **Verwertung der vermeidbaren Verluste** (z.B. Verfütterung von in der Landwirtschaft aussortierten Karotten) werden von Anfang an **vollständig den Verlusten** in der Landwirtschaft **zugeteilt**, weil sie durch Vermeidung dieser Verluste zu 100% eingespart werden könnten. Aus diesem Grund ist der Fluss, der in Abbildung 1 von den Karotten ausgeht, von Anfang an rot gezeichnet.

Auf der nächsten Stufe der Lebensmittelkette (Handel) erfolgt die Allokation wieder nach dem gleichen Prinzip. In Abbildung 1 werden die Umwelteffekte, welche den vermeidbaren Verlusten auf der Stufe Handel zugeordnet werden, orange dargestellt.

Die Flüsse können im Modell auch **negative Werte** annehmen und zu einer **Verringerung der** einem Verluststrom zugeordneten **Umweltbelastungen** führen. Dies ist der Fall, wenn durch die Verwertung der Lebensmittelverluste andere Produkte (z.B. Futtermittel oder Dünger) oder Energie substituiert werden.

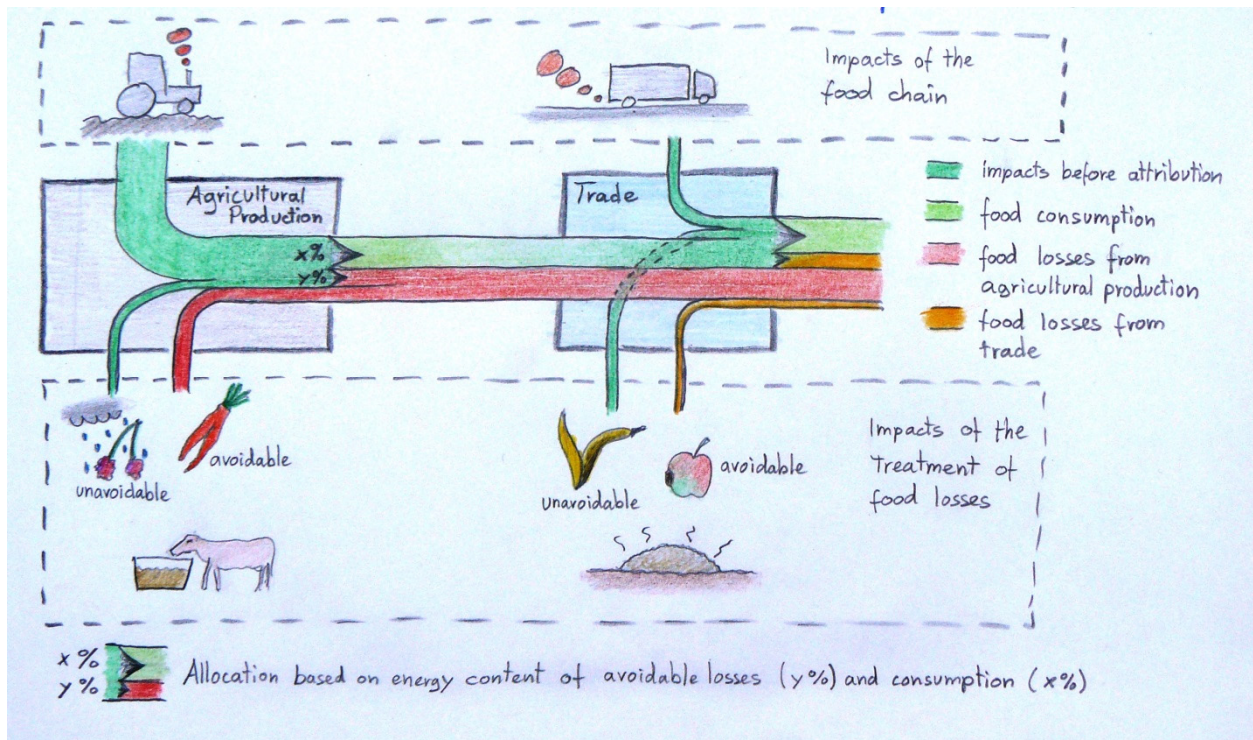


Abb.1: Visualisierung des Allokationsprinzips der Umweltbelastungen zum Lebensmittelverzehr und zu den Verlusten der einzelnen Stufen der Lebensmittelkette. Die Allokation dient der Priorisierung von Vermeidungsmassnahmen zur Reduktion von Lebensmittelverlusten. Bei Verlusten, denen hohe Umweltbelastungen zugeordnet werden, sind Vermeidungsmassnahmen besonders wirksam für die Umwelt. Erklärung siehe Text.

3) Resultate: Vorläufige Ergebnisse

Nachfolgend werden zu den im Forschungsplan und in der letzten Zwischenstandsbesprechung festgelegten Zielen von Folie 19 erste Resultate und Trends aufgezeigt. Die Datengrundlage ist unvollständig. Die meisten Grafiken zeigen die Wirkungskategorie „Treibhauspotenzial“, weil die Daten hier am vollständigsten sind. Die Resultate dienen also nicht dazu, erste Schlussfolgerungen zu ziehen, sondern sie sollen beispielhaft aufzeigen, welche Arten von Erkenntnissen aus dem Modell abgeleitet werden können.

- Umweltwirkungen der Produktionskette (Ziel 1 von Folie 19)

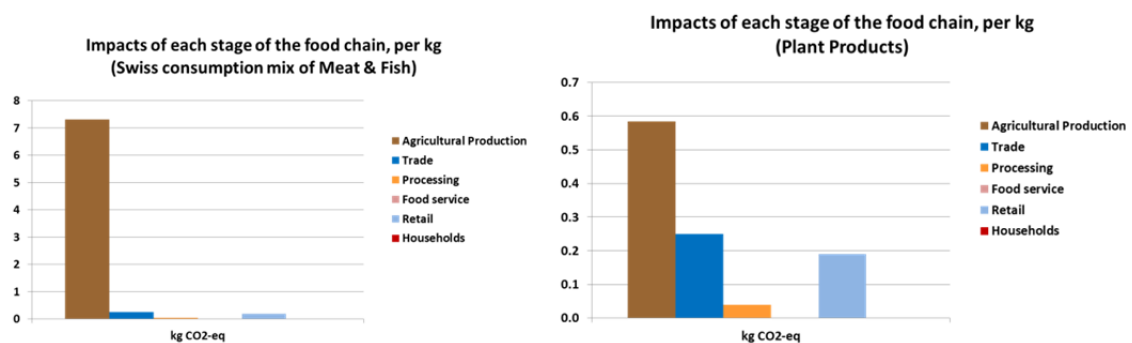


Abb.2: Belastungen der Produktionskette bei Fleisch und Fisch (die Stufe Landwirtschaft beinhaltet dabei auch die Produktion der Futtermittel) sowie bei pflanzlichen Produkten (Schweizer Konsummix; Umwelteffekte von Gastronomie und Haushalten noch nicht modelliert).

Es gibt über die gesamte Lebensmittelkette Treibhausgas-relevante Prozesse. Der Einfluss der landwirtschaftlichen Produktion scheint aber zu dominieren. Dies ist besonders stark bei tierischen

Lebensmitteln sichtbar, weil deren Produktion ressourcenintensiver ist. Bei der Warenkorb-bezogenen Darstellung von Folie 23 wird sichtbar, dass die stärkere Umweltbelastung pro Kilogramm tierische Produkte die kleineren Mengen im Warenkorb überkompensiert. Kochen, Zubereiten und Einkaufstransporte (Haushalte und Gastronomie) sind allerdings noch nicht modelliert und könnten das Bild noch verändern.

- **Umweltwirkungen der Verwertung von LMV (Ziel 2)**

Abb 3 links zeigt, dass bei Früchten bezüglich Treibhausgaspotenzial die vermutete „Abfall-Hierarchie“ zutrifft: 1. Verfüttern, 2. Vergären, 3. Kompostieren, 4. Verbrennen. Die Unterschiede sind allerdings relativ gering, ausser bei der Verfütterung, welche sehr grosse Gutschriften bringt gegenüber den Umweltbelastungen der übrigen Varianten.

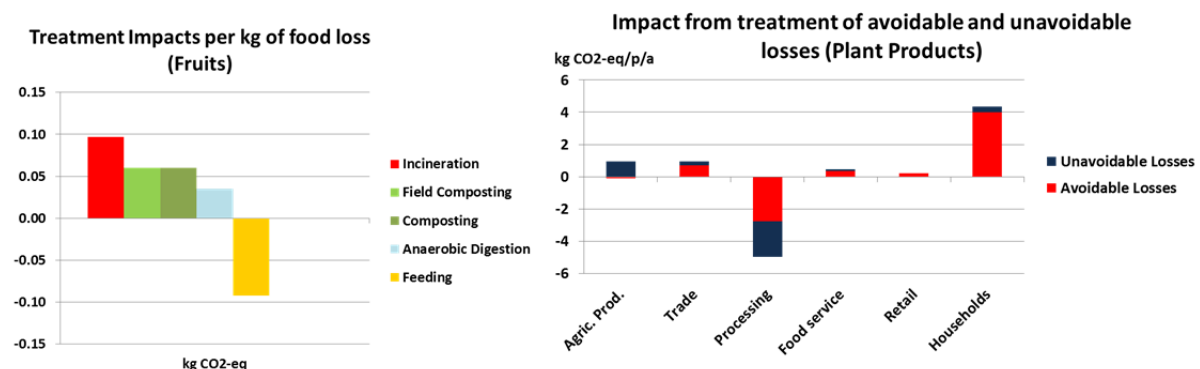


Abb.3: Umweltwirkungen der Entsorgungsprozesse, links pro kg Früchteabfall, rechts für die vermeidbaren und unvermeidbaren pflanzlichen Lebensmittelabfälle der einzelnen Stufen der Lebensmittelkette pro Person.

Wie aufgrund des vorangehenden Abschnittes anzunehmen, weist die Verwertung derjenigen Stufen der Lebensmittelkette die geringsten negativen Umwelteinwirkungen auf, welche am meisten verfüttern. Das ist bei der aktuellen Modellierung vor allem die Verarbeitungsindustrie. Allerdings ist zu erwarten, dass diese Gutschriften deutlich geringer ausfallen, wenn die Folgen des Verbotes der Schweinesuppe durch Aktualisierung der Daten berücksichtigt werden.

- **Überblick: Umweltbelastungsbeitragsanalyse aller Lebensmittel am Bsp. des Treibhauspotenzials (Ziel 3)**

Abb. 4 zeigt die Stoffflüsse der „Umweltbelastungsbeitragsanalyse“. Abb. 5 und 6 zeigen die differenzierte Aufschlüsselung des Flusses zum Endkonsumenten. Wichtig ist das Verständnis, dass der oberste vorwiegend braune Pfeil in Abb. 4 zeigt, wo die Umwelteinwirkungen in die Umwelt gelangen, Abb. 5 und 6 hingegen zeigen, wo die Lebensmittelverluste anfallen, deren Produktion und Verwertung für die entsprechenden Umwelteffekte verantwortlich sind.

Die Vorresultate der Abb. 6 weisen darauf hin, dass der Anteil der für die Lebensmittelverluste verantwortlichen Umweltbelastungen an den gesamten Umweltbelastungen der Lebensmittelkette geringer ist als der kalorienmässige Anteil der Lebensmittelverluste (ca. ein Drittel). Das rechte Kuchendiagramm zeigt, dass die Umweltbelastungen mehr durch die Verluste am Ende der Lebensmittelkette verursacht werden als deren kalorienmässiger Anteil, weil die kumulierten Effekte der Vorkette grösser sind. Es ist allerdings erstaunlich, dass der Effekt so stark ins Gewicht fallen soll, dass die Haushalte 64% der Belastungen verursachen (kalorienmässiger Anteil <50%), obwohl bei dieser Zahl gewisse Prozesse wie Kochen, Einkaufstransporte und Lagerung noch nicht berücksichtigt sind.

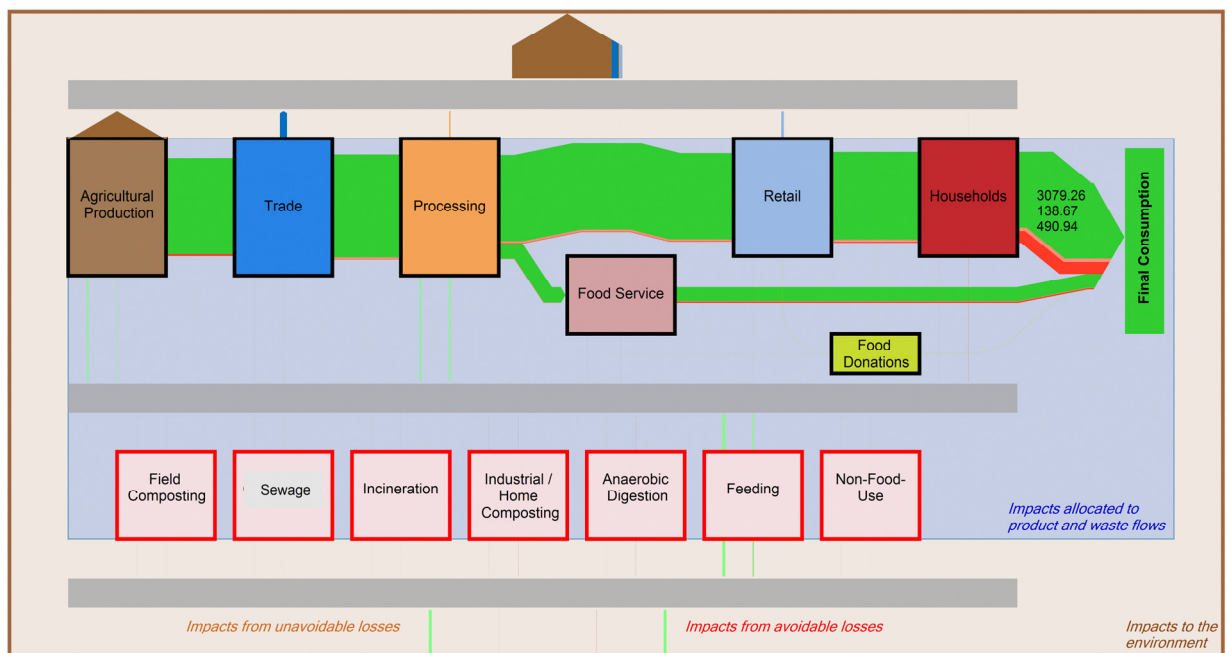


Abb.4: Umweltbelastungsbeitragsanalyse. Darstellung der Umweltbelastungen (hier: Treibhausgaspotenzial) der einzelnen Prozesse der Lebensmittelkette (braun=Landwirtschaftliche Produktion, Blau=Handel, Orange=Verarbeitung etc.). Die grünen Flüsse zeigen die Belastungen, welche den verzehrten Lebensmitteln zugeordnet werden, die roten Flüsse diejenigen, welche den LMV zugeordnet werden. Braun hinterlegt ist die Biosphäre, blau hinterlegt die Technosphäre. Die Pfeile in die Biosphäre entsprechen den physischen Flüssen (tatsächlicher Ausstoß an Treibhausgasen), die Flüsse in der Technosphäre visualisieren hingegen die Zuordnung der Umweltbelastungen über die Lebensmittelkette zum Endkonsumenten, wobei auf diesem Weg durch die farbliche Differenzierung zwischen roten und grünen Flüssen die Zuordnung zu verzehrten und verschwendeten Lebensmitteln gemacht wird (Allokationsprinzip siehe Abb.1). Der rote Fluss, welcher zum Endkonsumenten führt, kann entsprechend Abb. 5 weiter aufgeschlüsselt werden.

Da die den Verlusten zugeordneten Flüsse sehr klein sind, wird das Modell in einem nächsten Schritt mit der Option ergänzt, die Flüsse des regulären Verzehr auszublenken, um die übrigen Flüsse besser sichtbar zu machen.

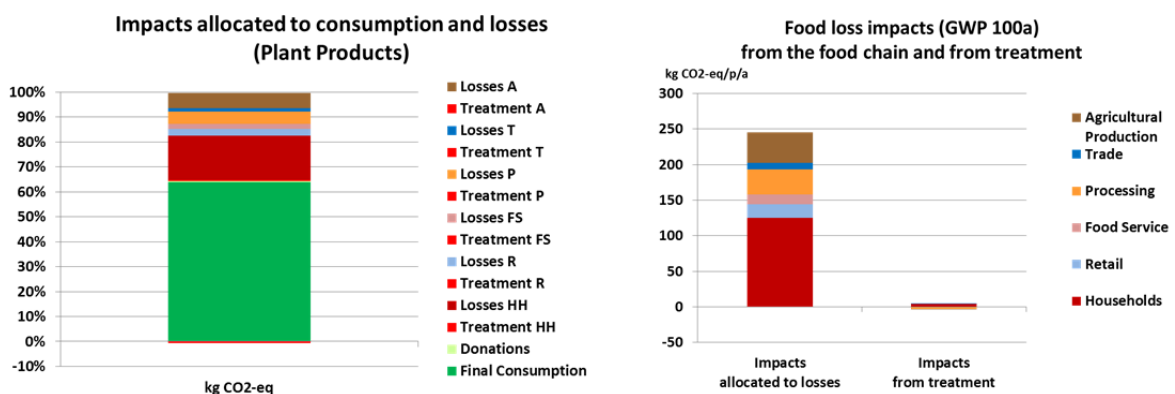


Abb.5: Aufschlüsselung des in Abb 4 gezeigten Flusses zu den Endkonsumenten, hier für pflanzliche Produkte. Rechts ist der Verzehr ausgeblendet und die Umweltwirkungen der Verwertung von Lebensmitteln sind in einer separaten Säule dargestellt. A = Agricultural Production, T = Trade etc (siehe Legende der rechten Grafik).

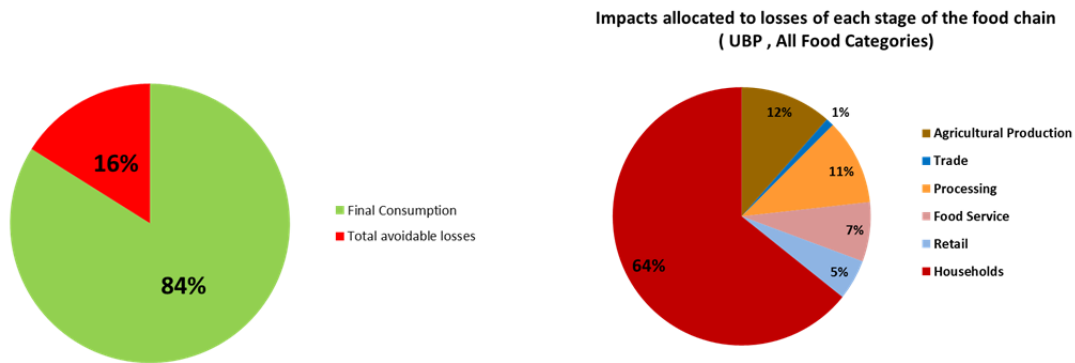


Abb.6: Darstellung der Resultate von Abb. 5 in einem Kuchendiagramm (hier für *Umweltbelastungspunkte UBP*).

- **Umweltwirkungen pro Kilogramm Lebensmittelverlust und –verzehr (Ziel 3b)**

Wie bereits im letzten Abschnitt angedeutet, zeigt sich in dieser Grafik noch klarer, dass die kumulierten Impacts der Vorkette mit jeder Stufe der Lebensmittelkette zunehmen, dass also ein Kilo Lebensmittelverlust zunehmende Belastungen verursacht, je weiter hinten in der Lebensmittelkette er anfällt. Es gibt allerdings Abweichungen davon, wie in Abbildung 7 sichtbar: Die Zusammensetzung des Abfalls spielt auch eine Rolle. Je mehr tierische Produkte beispielsweise im Abfall landen, desto grösser der Fussabdruck pro Kilogramm Abfall. Die Grafik zeigt auch, dass die Umweltwirkungen der Verwertung von Lebensmittelverlusten viel kleiner sind als die Umweltwirkungen der Vorkette. Daraus könnte eine Schlussfolgerung sein, dass *Vermeidung* viel effektiver ist als *Optimierung der Verwertung*, besonders gegen Ende der Lebensmittelkette und bei ressourcenintensiven Produkten.

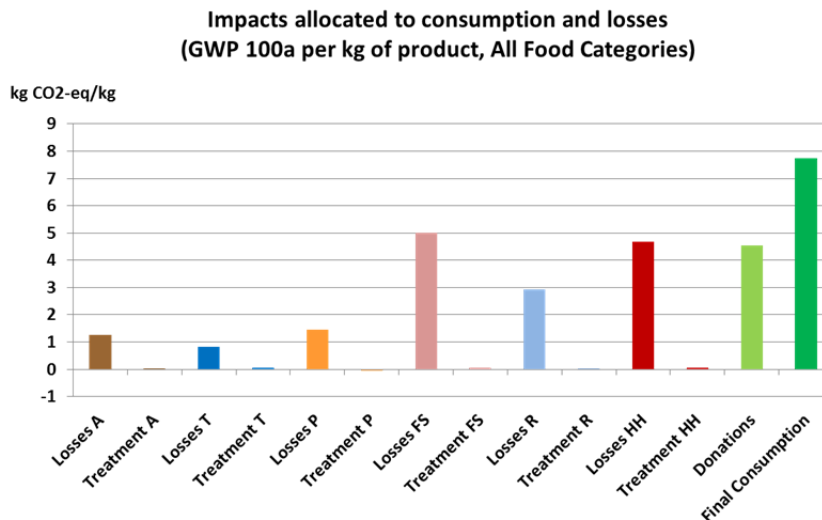


Abb.7: Kumulierte Umweltwirkungen der Vorkette pro Kilogramm Lebensmittel(verlust) sowie Umweltwirkungen der Verwertung. Die Abkürzungen A, T, P, FS, R und HH stehen für die Stufen der Lebensmittelkette (Agricultural Production, Trade, Processing, Food Service, Retail, Households). Die hellgrüne Säule „Donations“ zeigt das Treibhauspotenzial von Lebensmittelspenden (die Säule ist in den meisten übrigen Abbildungen vernachlässigbar, weil sie dort mengengewichtet ist und im Verhältnis zum regulären Verzehr sehr wenig Lebensmittel gespendet werden). Die Säule ist in dieser Grafik kleiner als die dunkelgrüne Säule des regulären Verzehrs, weil die Lebensmittelzusammensetzung der gespendeten Lebensmittel weniger ressourcenintensive Produkte beinhaltet.

- **Vergleich von Produkten (Ziel 3)**

Ein erster Vergleich der einzelnen Produktkategorien zeigt, dass die relativen Umweltbelastungen der Verluste gegenüber dem Verzehr innerhalb derselben Lebensmittelkategorie ähnlich ausfallen wie die mengenmässige Betrachtung (100% bedeutet, dass die Verluste gleich viel Umweltbelastung verursachen wie die verzehrten Lebensmittel der gleichen Kategorie). Ausnahmen gibt es vor allem bei den zu einem grossen Teil verfütterten und pro Kilogramm wenig ressourcenintensiven Lebensmitteln, beispielsweise bei Kartoffeln und bei Broten und Backwaren (Abb. 8).

Abbildung 9 zeigt, dass die Umweltwirkungen der Schweizer Lebensmittelverluste bei anderen Lebensmittelkategorien ins Gewicht fallen als bei der mengenmässigen Betrachtung. Die tieferen Verlustmengen vieler ressourcenintensiver (tierischer) Produkte werden meist durch die höheren Umweltbelastungen pro kg überkompensiert. Die hohen Belastungen beim Frischgemüse sind auf drei Aspekte zurückzuführen: Die Produktgruppe ist mengenmässig überdurchschnittlich gross; die Verluste beim Frischgemüse sind ebenfalls hoch (vgl. Abb. 8); das modellierte Treibhauspotenzial ist eher hoch im Vergleich zu Literaturwerten. Dieser letzte Aspekt muss nachgeprüft werden, unter anderem bezüglich der Annahmen zu den Produktionsmengen im Gewächshaus.

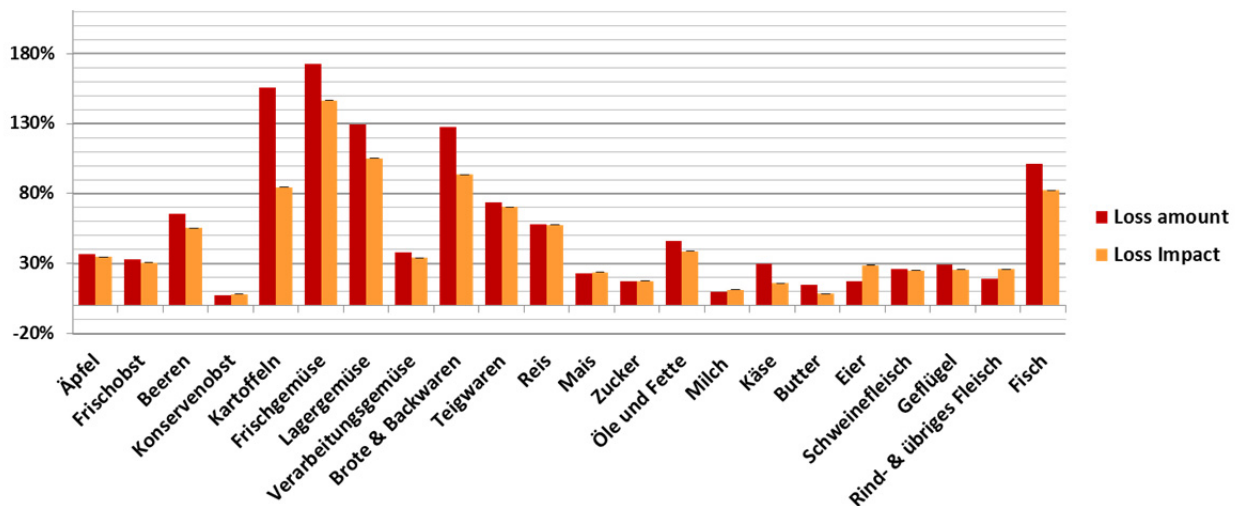


Abb.8: Produktvergleich: Kalorienmässiger Anteil und Anteil an den Umwelteinwirkungen der Verluste RELATIV ZUM KONSUM PRO EINZELNE LEBENSMITTEL-KATEGORIE. 100% entspricht den tatsächlich verzehrten Lebensmitteln.

10^6 kg CO₂-eq for total Swiss consumption

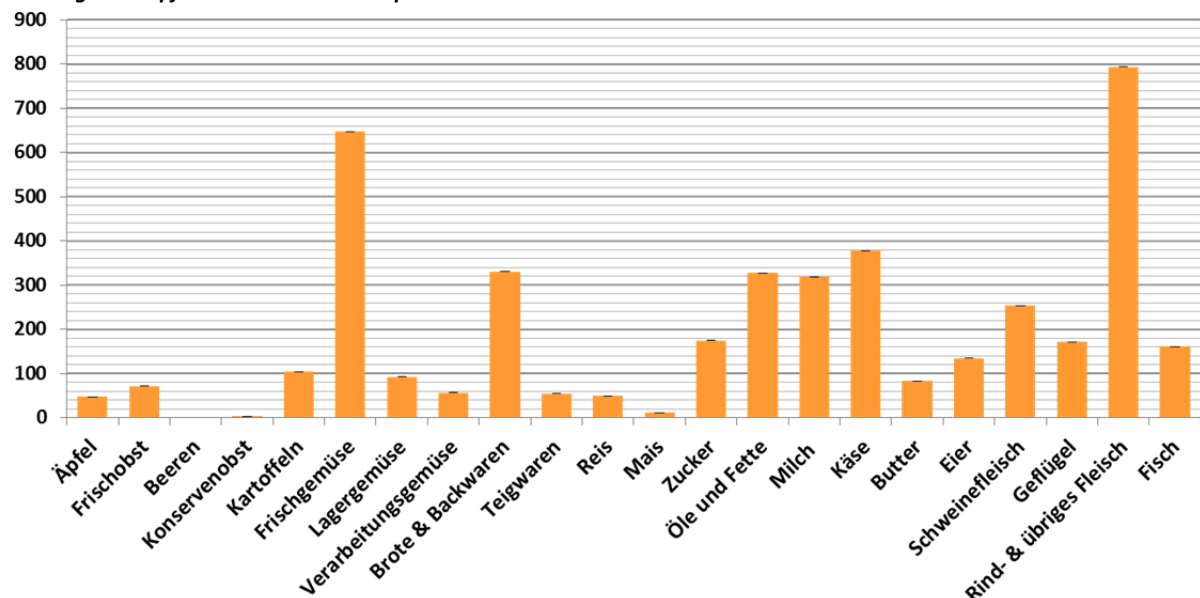


Abb.9: Produktvergleich: Umwelteinwirkungen der gesamten Verluste in der Schweiz im Jahr 2011.

4) Weiteres Vorgehen

- Aktueller Zwischenstand und nächste Schritte**

Abbildung 10 listet die bei der letzten Zwischenbesprechung im Sommer 2014 geplanten nächsten Schritte auf und beurteilt, inwieweit die Ziele zum aktuellen Zeitpunkt erreicht sind. Abbildung 11 zeigt einen Vorschlag für die nächsten Schritte. Abb. 12 macht einen Vorschlag für die Anpassung des vorgesehenen Zeitplans.

Zwischenstand	Zielerreichung Januar 2015
1) Vollständiger Aufbau des aktuellen <u>Excelmodell</u>-Prototypen	110%*
2) Erstellung der graphischen Auswertung (Excel-Diagramme)	95%
3) Verknüpfung mit <u>e!Sankey</u> (Stoff- oder Umweltfluss-Visualisierung)	90%
4) Aufbau des <u>Excelmodells</u> für alle 22 Lebensmittelkategorien	100%
5) Verknüpfung des <u>Excelmodells</u> mit aktuellen LMV-Daten	100%
6) Verknüpfung des <u>Excelmodells</u> mit LCA-Daten (v.a. <u>SimaPro</u>-Outputs)	50%**
7) Modellierung der Verwertungswege von LMV (Daten von <u>K. Schleiss</u> und/oder mit der Software EASETECH)	10%
8) Modellierung produktspezifischer Prozesse (Transporte, Lagerung, Verarbeitung, Zubereitung)	30%
9) Aktualisierung der aktuellen <u>Foodwaste</u>-Mengen durch neue Literatur und Primärdaten	20%
10) Auswertung und Interpretation der Daten	5%

**Das Excelmodell ist differenzierter als ursprünglich geplant und erleichtert somit die Arbeit im 2. Blockes des PhD.*
*** Die Daten der World Food Database waren bisher noch nicht verfügbar.*

Abb.10: Zielerreichung zum aktuellen Zeitpunkt.

1) Modellierung der Umwelteinflüsse von Transporten, Lagerung, Verarbeitung, Zubereitung, Kochen... -> Prüfung, ob eine Modellierung mit <i>SimaPro</i> + <i>Excel</i> oder mit einer neu an unserem Institut entwickelten Software geeigneter ist
2) Einbau weiterer Ökobilanzdaten , insbesondere aus der <i>World Food Database</i> (sobald verfügbar) und Vergleich/Abstimmung verschiedener Datensätze für eine konsistente Datengrundlage
3) Datenqualität der Verwertung von LMV gemäss den aktuellen Möglichkeiten optimieren (BFE-Projekt mit Schleiss und Zschokke, Prüfung von Aufwand und Möglichkeiten eigener Modellierungen)
4) Aktualisierung der aktuellen Foodwaste-Mengen und ihrer Verwertung durch neue Literatur- und Primärdaten (insbesondere Verfütterung)
5) Modellierung von Land- und Wasserstress , insbesondere importierter Produkte
6) Analyse der Resultate , Plausibilitätsprüfung, Verlässlichkeit der Daten und Erweiterung der grafischen Visualisierungen (Produktvergleiche...)

Abb.11: Nächste Schritte.

Jahr	2014												2015												2016												2017			
Monat	11 /12	2	1/	3/	5/	7/	8/	10/	11	12	1/	3/	5/	7/	9/	10	11	12	1/	3/	5/	7/	8/	10	11	12	1	2	3/	5/										
BS 1 Datensammlung																																								
BS 1 Modellierung, Analyse																																								
BS 1 Auswertung, Bericht																																								
BS 1 Publikation 1																																								
BS 2 Festlegung Szenarien																																								
BS 2 Datensammlung																																								
BS 2 Modellierung, Analyse																																								
BS 1 Auswertung, Bericht																																								
BS 2 Publikation 2																																								
BS 3 Kontakt mit Akteuren																																								
BS 3 Festlegung Massnahmen																																								
BS 3 Datenerhebung vorher																																								
BS 3 Datenerhebung nachher																																								
BS 3 Auswertung																																								
BS 3 Entwicklung von Leitfäden																																								
BS 3 Publikation 3																																								
Abschluss Paper Dissertation																																								

Abb.12: Vorschlag für den aktualisierten Zeitplan.

• Fazit

Wie unter Kapitel 2, Punkt 4, ausgeführt, hat der **Aufbau des Modells** mehr Zeit in Anspruch genommen als im ursprünglichen Zeitplan vorgesehen und einige **Ökobilanzdaten** konnten mangels **Verfügbarkeit** noch nicht eingebaut werden. Das dabei resultierende Modell ist aber **differenzierter** als geplant (insbesondere durch die Möglichkeiten der Automatisierung mit VBA) und kann leicht erweitert werden, um die im zweiten Block der Dissertation vorgesehene Modellierung von Szenarien mit geringerem Aufwand durchführen zu können. Daher wird die **erste Publikation später als vorgesehen** geschrieben, um auf einer soliden Datengrundlage aufzubauen. Vorgeschlagen wird eine Einreichung im Herbst 2015. Die **zweite Publikation** wird aber dank des differenzierteren Modells **nicht oder weniger stark verzögert**.

Somit ist die Arbeit auf gutem Weg zum vorgesehenen Ziel. Erste Trends sind bereits sichtbar und zeigen, dass das Modell **aufschlussreiche und teilweise überraschende Resultate und Erkenntnisse** liefern kann.

5) Abkürzungen, Definitionen und Begriffe

Abkürzungen:

BAFU	Bundesamt für Umwelt
BFE	Bundesamt für Energie
BLW	Bundesamt für Landwirtschaft
GWP	Greenhouse Warming Potential (Treibhausgaspotenzial)
LMV	Lebensmittelverluste
PDF	Portable Document Format (Dateiformat)
UBP	Umweltbelastungspunkte (Einheit der Ökobilanz-Bewertungsmethode der „ökologischen Knappheit“)
VBA	Visual Basic for Applications (Programmiersprache in Excel)
WFLDB	World Food LCA Database

Definitionen

Lebensmittelkette	System, durch welches Lebensmittel vom Produzenten bis zum Endkonsumenten fließen. Das System besteht aus den Stufen <i>Landwirtschaftliche Produktion, Verarbeitung, Handel, Gastronomie und private Haushalte</i> .
Regulärer Verzehr	Gesamtheit der über den Markt gehandelten Lebensmittel, welche durch den Menschen verzehrt werden (ohne Spenden, Schenkungen).
Vermeidbare (Lebensmittel-)Verluste	Lebensmittelverluste, die aufgrund von ineffizienter Verteilung der Lebensmittel und dem Anspruch hoher, spontaner Wahlfreiheit anfallen (vermeidbar durch ein optimales Verteilsystem und teilweise beschränkte Wahlfreiheit der Konsumenten) sowie Verluste, welche durch die Aussortierung von lebensmitteltauglichen Waren entstehen (vermeidbar durch weniger hohe Ansprüche an Qualität sowie Anwendung geeigneter Zubereitungsmethoden).
Unvermeidbare (Lebensmittel-)Verluste	Verluste, die mit der aktuellen Technologie beim entsprechenden Produkt nicht mit angemessenem Aufwand vermeidbar sind.

Begriffe

eSankey!	Software zur Visualisierungen von Stoff- und Energieflussanalysen (http://www.e-sankey.com/de/)
SimaPro	Ökobilanz-Software (http://www.pre-sustainability.com/simapro)
Agribalyse	Ökobilanz-Datenbank mit vorwiegend französischen Agrarprodukten (http://www.ademe.fr/expertises/produire-autrement/production-agricole/passer-a-laction/dossier/evaluation-environnementale-agriculture/loutil-agribalyse)
Agri-Footprint	Ökobilanz-Datenbank mit vorwiegend holländischen Agrarprodukten (http://www.agri-footprint.com/)
Ecoinvent	Ökobilanz-Datenbank, initiiert durch diverse Forschungsinstitutionen (ETH Zürich, EPFL, Agroscope, PSI, EMPA...) (www.ecoinvent.org)
World Food LCA Database (WFLDB)	Ökobilanz-Datenbank mit vorwiegend schweizerischen Agrarprodukten (http://www.quantis-intl.com/microsites/wflldb/)