

Ökobilanzierung Früchte- und Gemüseproduktion

eine Entscheidungsunterstützung für ökologisches Einkaufen

Abdikaiym Zhiyenbek*, Claudio Beretta*, Franziska Stoessel, Stefanie Hellweg
ETH Zürich, Institut für Umweltingenieurwissenschaften, John-von-Neumann-Weg 9, 8093 Zurich

*Erstautoren. Tel.: +41 44 633 69 69; e-mail addresses: abdikaiym@gmail.com,
beretta@ifu.baug.ethz.ch.



Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung – Handlungsempfehlungen 7

2 Ziel und Rahmenbedingungen 9

 2.1 Zweck der Ökobilanz 9

 2.2 Funktionen des Systems und Systemgrenzen 9

 2.3 Methoden zur Wirkungsabschätzung 12

3 Inventar der Produktionsdaten 12

4 Wirkungsbilanz 14

 4.1 Klimaeffekt von Früchten und Gemüsen im Überblick 14

 4.1.1 Wirkung pro kg (konsumgewichtet) 14

 4.1.2 Gesamte Wirkung des Konsums 15

 4.2 Ländervergleich für ausgewählte, relevante Produkte 17

 4.3 Saisonalität von Tomaten 22

 4.3.1 Gewächshausheizung in verschiedenen Ländern 22

 4.3.2 Allokation auf die verschiedenen Monate 22

 4.3.3 Saisonale Resultate für die 4 wichtigsten Herkunftsländer 24

5 Saisonalität von Gurken 27

 5.1 Lagerfrüchte versus Importfrüchte 28

 5.2 Biodiversitätsverluste 29

 5.2.1 Einfluss der Landbesetzung auf die globale Biodiversität 29

 5.2.2 Einfluss des Wasserverbrauchs auf die globale Biodiversität 30

6 Fazit: Verminderung Umwelteffekte Früchte und Gemüse 32

7 Dank 32

8 Literaturverzeichnis 33

Figuren

Fig. 1 Systemgrenzen..... 11

Fig. 2: Modellierte Früchte und Gemüse und deren Herkunftsländer, geordnet nach Konsummenge in t/a INKLUSIVE verarbeitete Produkte (ausser Weintrauben), sowie Angabe der wichtigsten Herkunftsländer, aus denen zusammen mindestens 80% der Konsummenge stammt. Eine Liste der Länderabkürzungen ist im Anhang zu finden. Bei den angegebenen Zitrusfrüchten ist der grösste Teil als Tafelware gehandelt; Importe von Mostobst und Konzentrat sind nicht inbegriffen (gemäss Jahresbericht vom Schweizer_Obstverband (2015) weitere 190'000t, umgerechnet in frische Früchte im 2011). Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass ein gewisser Anteil in der Schweiz zu Fruchtsäften weiterverarbeitet wird. (Kartoffeln wurden in dieser Arbeit nicht weiter analysiert) 13

Fig. 3: Klimateffekt der 25 ausgewählten Früchte- und Gemüsesorten pro Kilo konsumierte Menge; mengengewichteter Durchschnitt (nach Importmengen der wichtigsten Herkunftsländer und nach Transportmittel gemäss Schätzung von Detailhändlern (Flug/Schiff) gewichtet). Die Produkte sind in abnehmender Reihenfolge dargestellt, ausser Gurken und Tomaten. Der Mittelwert von Gurken wurde ohne Gewächshausheizung modelliert, der Mittelwert von Tomaten gewichtet nach saisonalen, länderspezifischen Verkaufsdaten eines Schweizer Detailhändlers. Die Fehlerbalken zeigen jeweils die klimafreundlichste und die klimabelastendste Variante. Je grösser der Abstand zwischen Minimum und Maximum, desto grösser das potenzielle Einsparpotenzial. Für die wichtigsten Extremwerte wird Herkunftsland und Transportmittel angegeben (bei europäischen Ländern LKW). Für einige Produkte werden die länderspezifischen Daten im Kapitel 4.2 dargestellt..... 14

Fig. 4: Klimateffekt des Schweizer Konsums der 25 ausgewählten Früchte- und Gemüsesorten während eines Jahres (Zitrusfrüchte und Trauben beziehen sich vorwiegend auf Tafelobst; bei den übrigen Früchten und Gemüsen sind in der Schweiz verarbeitete und konsumierte Produkte inbegriffen; Tomaten, Gurken, Kopfsalat, Peperoni und Auberginen werden als ungeheizt modelliert). 15

Fig. 5: Umwelteffekt des Schweizer Konsums der 25 ausgewählten Früchte- und Gemüsesorten während eines Jahres, ausgedrückt mit der Schweizer Methode der ökologischen Knappheit (Zitrusfrüchte und Trauben beziehen sich vorwiegend auf Tafelobst; bei den übrigen Produkten sind in verarbeiteter Form konsumierte Produkte inbegriffen; Tomaten, Gurken, Kopfsalat, Peperoni und Auberginen werden als ungeheizt modelliert). 16

Fig. 6: Klimateffekt von Grünspargeln aus den wichtigsten Herkunftsländern per LKW resp. Flugzeug (Flugimport aus China ist hypothetisch, da aus China in der Regel nur Dosenpargeln per Schiff importiert werden). 17

Fig. 7: Klimateffekt von Grünspargeln aus den wichtigsten Herkunftsländern per LKW resp. Schiff (Resultate für Mexiko, Peru, USA zeigen hypothetisch Schiffstransporte, wobei Grünspargeln aus Übersee bis heute ausschliesslich eingeflogen werden -> Fig. 6). Beachte: die Skala auf der X-Achse ist nicht gleich wie bei Fig. 6. 17

Fig. 8: Klimateffekt von Weisspargeln aus den wichtigsten Herkunftsländern per Schiff/LKW (Importe aus Mexiko werden hypothetisch dargestellt, da in der Regel nur Grünspargeln von dort stammen). 18

Fig. 9: Klimateffekt von Zitrusfrüchten (inkl. Säfte) aus den wichtigsten Herkunftsländern per Schiff/LKW. 18

Fig. 10: Klimaeffekt von Schweizer Äpfeln. 18

Fig. 11: Klimaeffekt von Birnen aus den wichtigsten Herkunftsländern per Schiff. 19

Fig. 12: Klimaeffekt von Bananen aus den wichtigsten Herkunftsländern per Schiff. 19

Fig. 13: Klimaeffekt von Kopfsalat aus der Schweiz und aus Spanien per LKW
(ungeheizt). 19

Fig. 14: Klimaeffekt von Ananas aus den wichtigsten Herkunftsländern per Schiff (inkl.
Dosen...). 20

Fig. 15: Klimaeffekt von Auberginen aus den wichtigsten Importländern, inkl.
Verarbeitungsgemüse (ohne Gewächshausheizung). 20

Fig. 16: Klimaeffekt von Gurken aus den wichtigsten Herkunftsländern (ohne
Gewächshausheizung). Beachte: aus Weissrussland, Mazedonien, Ukraine und der
Türkei werden nur verarbeitete (Essig-)Gurken importiert. 20

Fig. 17: Klimaeffekt von Erdbeeren aus den wichtigsten Herkunftsländern. 21

Fig. 18: Monatlicher Energiebedarf für die Gewächshausheizung von Tomaten
(Idealtemperatur: 18°C) in Basel, Amsterdam (NL), Madrid (Zentral-Spanien),
Almeria (Süd-Spanien), Latina (ausgedehntes Landwirtschaftsgebiet bei Rom),
sowie Rom und Catania (Sizilien). In Rom, Catania, Almeria und Málaga ist
ganzjährig kaum Heizung notwendig, in Madrid und Latina ab März. 22

Fig. 19: Klassifizierung der Schweizer Tomatenproduktion in drei Produktionssysteme
mit unterschiedlicher Erntedauer und unterschiedlichem Heizbedarf (Hornischer and
Koller, 2005). 23

Fig. 20: Klimaeffekt von Tomaten aus der Schweiz (Bern) von Mai bis Oktober. „First
system“ gibt den Klimaeffekt der Gewächshausheizung an für ein
Produktionssystem, welches von Juli bis September Erträge liefert (ungeheizt),
„second system“ für ein leicht geheiztes System (14°C im Februar und März, 16°C
im April und Mai, 18°C während der Ertragsperiode) mit Erträgen von Juni bis
Oktober und „third system“ für ein System mit Erträgen von Mai bis Oktober (14°C in
der Setzlingsphase Dezember bis Februar, 16°C in der Wachstumsphase März und
April, 18°C während der Ertragsperiode) (siehe Skizze in Fig. 19). Der Klimaeffekt
der landwirtschaftlichen Produktion (exkl. Gewächshausheizung) und des
Transportes werden in separaten Balken dargestellt. 24

Fig. 21: Klimaeffekt von Tomaten aus den Niederlanden (Amsterdam) von Mai bis
Oktober (Gewächshautemperaturen wie in Fig. 20). 24

Fig. 22: Klimaeffekt von Tomaten aus Italien (Terni, mittlerer Breitengrad) von Mai bis
Oktober (weiter im Süden gibt es keinen Heizbedarf mehr, siehe Fig. 18)
(Gewächshautemperaturen wie in Fig. 20). 24

Fig. 23: Klimaeffekt von Tomaten aus Italien (Sizilien) von Mai bis Oktober (Abweichung
der Skala auf der y-Achse gegenüber vorangehenden Grafiken zu beachten). 25

Fig. 24: Klimaeffekt von Tomaten aus Südspanien (Almería) von Mai bis Oktober. 25

Fig. 25: Klimaeffekt von Tomaten aus der Schweiz von Mai bis Oktober aus einem
Gewächshaus, welches vollständig durch Industrieabwärme geheizt wird (z.B.
Hinwil). Die Erträge sind dabei optimal und die Emissionen für die Heizung fallen
weg. Die Kapazitäten solcher durch Abwärme geheizter Gewächshäuser sind heute
begrenzt und können nur einen kleinen Teil der Nachfrage decken. 26

Fig. 26: Klimaeffekt von Gurken aus der Schweiz von Mai bis Oktober. 27

Fig. 27: Klimaeffekt von verarbeiteten Gurken aus der Türkei, modelliert für Ernte von
Mai bis Oktober. 27

Fig. 28: Klimaeffekt von Gurken aus den Niederlanden von Mai bis Oktober..... 27

Fig. 29: Klimaeffekt von verarbeiteten Gurken aus den Weissrussland, modelliert für Ernte von Mai bis Oktober..... 28

Fig. 30: Globale Biodiversitätsverluste durch Landbesetzung für die 8 Früchte und Gemüse mit den grössten Biodiversitätswirkungen (visualisiert mit braunen Balken). Die Angaben beziehen sich auf den gesamten Schweizer Konsum. Die Biodiversitätsverluste in den wichtigsten Herkunftsländern werden in den rechten Spalten dargestellt. Die Länder werden von links nach rechts geordnet nach abnehmenden Auswirkungen, wobei die Zahlen zur Verdeutlichung farblich hinterlegt sind (je mehr Rotanteil desto grösser die Biodiversitätsverluste). Eine Tabelle aller 25 Produkte ist im Anhang zu finden..... 29

Fig. 31: Globale Biodiversitätsverluste durch Landbesetzung pro kg Produkt, angegeben für die 3 Top Produkte bezüglich Schweizer Konsummix und die 4 Produkte mit den grössten Effekten aus bestimmten Ländern (kursiv). 29

Fig. 32: Globale Biodiversitätsverluste durch Wassernutzung für die 8 Früchte und Gemüse mit den grössten Biodiversitätswirkungen (visualisiert mit braunen Balken). Die Angaben beziehen sich auf den gesamten Schweizer Konsum. Die Biodiversitätsverluste in den wichtigsten Herkunftsländern werden in den rechten Spalten dargestellt. Die Länder werden von links nach rechts geordnet nach abnehmenden Auswirkungen. Eine Tabelle aller 25 Produkte ist im Anhang zu finden. 30

Fig. 33: Globale Biodiversitätsverluste durch Wassernutzung pro kg Produkt, angegeben für die 8 Spitzenreiter. 31

Tabellen

Tab. 1: Verwendete Methoden der Wirkungsabschätzung. 12

Abkürzungen

BIO	Biologische / Organische Landbauweise
CA	Controlled Atmosphere
EDS	Ecosystem Damage Potential
FAO	Food and Agriculture Organisation der Vereinten Nationen UNO, Rom
FF	Fruchtfolge
FL	Freiland
FS	Frischsubstanz
GH	Gewächshaus
GW	Grundwasser
GWP 100a	Global Warming Potential, IPCC-Szenario 100 Jahre (IPCC, 2013)
HT	Hochtunnel
IP	Integrierte Produktion
IPPC	Intergovernmental Panel on Climate Change
NPK	Stickstoff, Phosphor, Kali = Hauptnährstoffe in der Pflanzenernährung
PE	Polyethylen
RER	Europa
SBV	Schweizerischer Bauernverband Brugg
WSI	Water Stress Index
Zkh	Zugkraftstunden

1 Zusammenfassung – Handlungsempfehlungen

Der vorliegende Bericht beschreibt eine Ökobilanz, die im 2012 im Auftrag von COOP von Franziska Stoessel durchgeführt und im 2016 im Auftrag des WWF von Claudio Beretta, Abdikaiym Zhiyenbek, Franziska Stoessel und Stefanie Hellweg von der ETH Zürich aktualisiert und ergänzt wurde. Insgesamt wurden 25 Gemüse- und Früchtesorten¹ aus den wichtigsten Importländern der Schweiz, welche jeweils mindestens 80% des Konsums ausmachen (inkl. verarbeitete Produkte), bezüglich der Indikatoren *Global Warming* (auch als *Treibhauseffekt* oder *Carbon Footprint* bekannt) und *globaler Biodiversitätsverlust durch Landbesetzung und Wassernutzung* analysiert. Folgende Kernaussagen und Handlungsempfehlungen können auf Basis der Resultate dieser Studie gemacht werden:

1. Früchte und Gemüse sind ein essentieller, sehr gesundheitsrelevanter Teil der Ernährung. Viele Früchte- und Gemüseprodukte verursachen pro Kilo und pro Kalorie weniger Treibhausgase als z.B. die meisten tierischen Produkte. Ein **hoher Gemüse- und Früchteanteil in der Ernährung ist daher nicht nur gesundheitlich, sondern in vielen Fällen auch ökologisch vorteilhaft**.
2. Gemüse und Früchte verursachen etwa **2-3% der gesamten Emissionen des privaten Konsums** und **16% der ernährungsgebundenen Emissionen** (BAFU, 2014, Beretta and Hellweg, submitted). Massnahmen zur Verringerung der Treibhausgasemissionen sollten daher mit anderen Konsumbereichen kombiniert werden (z.B. Automobilverkehr verursacht etwa 4x mehr direkte Emissionen als Früchte und Gemüse).
3. Herkunftsort, Jahreszeit und Produktionsart beeinflussen die Klimabilanz von Gemüsen sehr stark und variieren zwischen den gleichen Gemüsesorten beträchtlich. Deshalb ist das **Einsparpotential an Treibhausgasemissionen bei Gemüsen** durch bewusstere Produktewahl **relativ gross**. Beispielsweise verursacht ein aus Peru eingeflogener Spargel fast 10 Mal mehr Treibhausgasemissionen als ein mit dem Schiff transportierter Spargel, und eine in Südspanien im Mai produzierte Wintertomate 10 Mal weniger Treibhausgase als eine zur gleichen Zeit beheizte Tomate aus der Schweiz.
4. Das Einsparpotential an Treibhausgasemissionen ist bei Früchten weniger gross als bei Gemüsen. Signifikante Unterschiede zwischen gleichen Früchten gibt es dann, wenn ein mit dem Flugzeug transportiertes Produkt mit lokaler oder mit dem Schiff transportierter Ware verglichen wird. **Flugtransporte** sollten daher **generell vermieden** werden.
5. Gemüse sollte möglichst in der Saison konsumiert werden, in der es **im Freiland** oder **in ungeheizten Gewächshäusern** produziert werden kann. Ausserhalb der Saison gilt in den meisten Fällen: **Transporte** (auch über längere Distanzen, solange nicht per Flugzeug) sind **einer mit fossilen Brennstoffen beheizten Produktion vorzuziehen**. Am ökologischsten schneiden ausserhalb der Saison Tomaten aus Gewächshäusern ab, welche **mit Industrie-Abwärme** geheizt werden.

¹ Grün- und Weisspargeln werden hier als ein Gemüse gezählt.

6. Auch bei Früchten ist der Konsum **innerhalb der Saison** zu bevorzugen. Ausserhalb der Saison gilt allgemein: Gelagerte Früchte aus lokaler Produktion gegenüber Importen aus Übersee grundsätzlich vorzuziehen (Ausnahmen möglich).
7. Bei den untersuchten Früchten sind lokale Produkte den importierten Früchten vorzuziehen. Lange Transportdistanzen sollten vermieden werden. Nebst der Vermeidung von Flugtransporten sollten besonders auch **Strassen-Transportwege so kurz wie möglich** gehalten werden. Ein Schiffstransport aus Peru schneidet bezüglich Klimaeffekt besser ab als ein LKW-Transport aus Marokko.
8. Zwischen den einzelnen Produkten bestehen Unterschiede in den Umwelteffekten des landwirtschaftlichen Anbaus. Beispielsweise schneidet Gemüse wie **Kohl, Spinat, Karotten und Zwiebeln** (möglichst aus saisonaler und lokaler Produktion) besser ab als Spargeln und Bohnen. Die **Unterschiede zwischen den Produkten** werden allerdings durch andere Faktoren wie z.B. Herkunft überlagert. So schneidet eine regional produzierte Birne tendenziell besser ab als eine Melone; wird die Birne jedoch aus Südafrika importiert, ist eine saisonale Melone aus Frankreich vorzuziehen.
9. Aufgrund der grossen konsumierten Mengen und unterschiedlichen Treibhausgasemissionen je nach Transport (Flug-, Schiffsimport, lokale Produktion) und Saisonalität (geheiztes, ungeheiztes Treibhaus) liegt das grösste Einsparpotential bei den **Spargeln, Tomaten und Gurken**. Bei der Betrachtung pro Kilo ist das Potenzial bei **Papaya, Avocados, grünen Bohnen und Auberginen** sehr gross.
10. Die Umwelteffekte auf die globale **Biodiversität** sind **stark regional abhängig**. Diese Effekte sind unabhängig vom *Treibhauseffekt*. Die Effekte des **Wasserbedarfs** sind im Allgemeinen **nicht relevant für Schweizer Produkte**. Betrachtet man die total konsumierten Mengen an **Bananen** und **Zitrusfrüchte** in der Schweiz so sind sie sowohl bezüglich Land- als auch Wassernutzung unter den drei Spitzenreitern. Bezüglich Landbesetzung fallen noch **Tafeltrauben** unter die ersten drei, während bei Wassernutzung **Spargeln** darunter fallen. Der Anbau in tropischen Gebieten ist besonders relevant, weil dort viele seltene, endemische Arten vorkommen. Die Umwelteffekte auf die regionale Biodiversität können davon abweichen, weil endemische, seltene Arten bei regionaler Betrachtung gleich gewichtet werden wie abundant vorkommende Arten.

2 Ziel und Rahmenbedingungen

2.1 Zweck der Ökobilanz

Der WWF wünscht mit diesem Bericht eine wissenschaftliche Basis, um Empfehlungen für Konsumierende abzuleiten, wie sie ihre Einkaufsentscheidungen bei Früchten und Gemüsen ökologischer gestalten können. Eine Grundlage für diese Entscheidungen bilden die Ökobilanzen, welche in der vorliegenden Studie für Früchte und Gemüse und deren Importe erstellt werden. Dieser Bericht wurde durch eine Aktualisierung und Ergänzung zweier Berichte von Franziska Stoessel aus dem Jahre 2012 erstellt. Deshalb kommen teilweise identische Textpassagen wie im Ursprungsbericht vor, insbesondere beim Inventar der Produktionsdaten.

Für verschiedene Produkte wurden Produktionsdaten aus verschiedenen Ländern erhoben, um in der Auswertung die Produktionen bezüglich Treibhausgaspotential (Global Warming, in kg CO₂ eq.) und Biodiversitätsverlusten von Landbesetzung und Wasserverbrauch sowie Umweltbelastungspunkten zu vergleichen. Die drei “screening indicators“ sollen ein robustes Bild über die Umweltverträglichkeit der Produkte abgeben, damit sie kurz und prägnant kommuniziert werden können. Interessenten für die Resultate sind insbesondere Einkäufer, Konsumenten, private und öffentliche Umweltbeauftragte und die Medien.

2.2 Funktionen des Systems und Systemgrenzen

Der Konsum von Früchten und Gemüsen ist mit Umweltwirkungen verbunden, welche sich je nach Art des Produktes, Herkunft und Produktionssystem unterscheiden. In dieser Studie wird der Anbau verschiedener Früchte und Gemüse aus den Tropen und Subtropen und den gemäßigten Zonen betrachtet. Es wird nicht zwischen der Produktion auf einem bäuerlichen Betrieb und einem spezialisierten Betrieb unterschieden. Die verwendeten Daten beziehen sich aber eher auf Plantagenanbau als auf Obstbau in Hausgärten. Es werden nicht verschiedene Landbauformen unterschieden; die Modellierungen entsprechen weitgehend der „integrierten Produktion (IP)“.

Früchte aus Gewächshauskulturen (z.B. Tafeltrauben aus geheizten Gewächshäusern aus den Niederlanden) werden nicht berücksichtigt. Erdbeeren aus Folientunnels aus Spanien, welche nicht geheizt sind, werden der Kategorie Freilanderdbeeren zugeschrieben.

Die **funktionelle Einheit** in der vorliegenden Arbeit ist für alle Produkte das kg Produkt an der Verkaufsstelle in Frischsubstanz (FS). In einem späteren Schritt sind auch andere Einheiten, wie zum Bsp. ökologische Auswirkung pro (zu definierendem) Nährstoffgehalt, pro Franken oder pro Einkauf denkbar.

Die **Systemgrenzen** beinhalten (siehe Fig. 1)

- Samen- und Setzlingsproduktion für Gemüse → Torf, Transportdistanz und Heizung
Samen- und Setzlingsproduktion und –veredlung bei Früchten wird vernachlässigt, weil es sich ausser bei Melonen und evtl. Erdbeeren um mehrjährige Kulturen handelt.
- Der Landverbrauch wird für die Zeit der Produktion in die Bilanz einbezogen. Zum Teil werden tropische Früchte in Agroforstwirtschaft angebaut, v.a. in jungen Plantagen. Dies wird nicht berücksichtigt, weil die Vergleichbarkeit zwischen den Früchten schwierig wäre und die

Datenverfügbarkeit gering ist. Für die Berechnungen wurden die Plantagen im Vollertrag berücksichtigt. Hors-Sol-Kulturen werden nicht speziell betrachtet.

- Bodenbearbeitung (Pflügen, Grubbern, Fräsen, Walzen etc.)
- Düngung → Handelsdünger und Ausbringung
Interne Stoffflüsse (z.B. die Verwendung von Hofdünger oder in den Plantagen weidendes Vieh) auf einem Betrieb bleiben unberücksichtigt. Eine mittel- bis langfristige Wirkung einer Düngerapplikation, bzw. die Wirkung einer vorhergehenden Applikation, wird bei diesen Berechnungen nicht einkalkuliert. Es werden die empfohlenen Mengen Nährstoffe (NPK) resp. die effektiv applizierten Mengen und Produkte (aus den Produktionskostenberechnungen) für die Modellierung herangezogen.
- Pflanzenschutzmassnahmen
 - a. Unkrautbekämpfung (Dämpfen, Herbizideinsatz oder mechanische UKB, wie z. B. Hacken, Striegeln etc.)
 - b. Pest Management (Insektizide / Nematizide)
 - c. Pilzbekämpfung (Fungizide u.a.)Die Applikation dieser Massnahmen wird miteinbezogen, nicht aber die Lieferung vom regionalen Verteilzentrum zum Betrieb. Die Herstellung der Chemikalien wird berücksichtigt.
- Bewässerung (miteinbezogen ist dabei ein durchschnittlicher Verbrauch an Energie und Material)
- Produktionsbezogene Infrastruktur: In dieser Studie werden bei Gemüsen die wichtigsten Produktionssysteme modelliert, wobei z.T. zwischen Freilandproduktion, Gewächshausproduktion geheizt und Gewächshausproduktion ungeheizt (Glas oder Plastik) unterschieden wird. Triebbettkästen, Hochtunnel / Plastiktunnel, Vliesabdeckungen etc. werden vernachlässigt. Bei Früchten werden ausschliesslich Freilandproduktionen betrachtet. Für die Produktion von Melonen, Erdbeeren, Bananen und Ananas wird eine Mulchfolie aus Polyethylen (PE) miteinbezogen, da diese einmal pro Ertrag ausgetauscht wird.
- Verkaufsvorbereitung: Energie zur Lagerkühlung (keine CA-Lager, Supercooling etc.)
- Transport, inkl. Kühlung

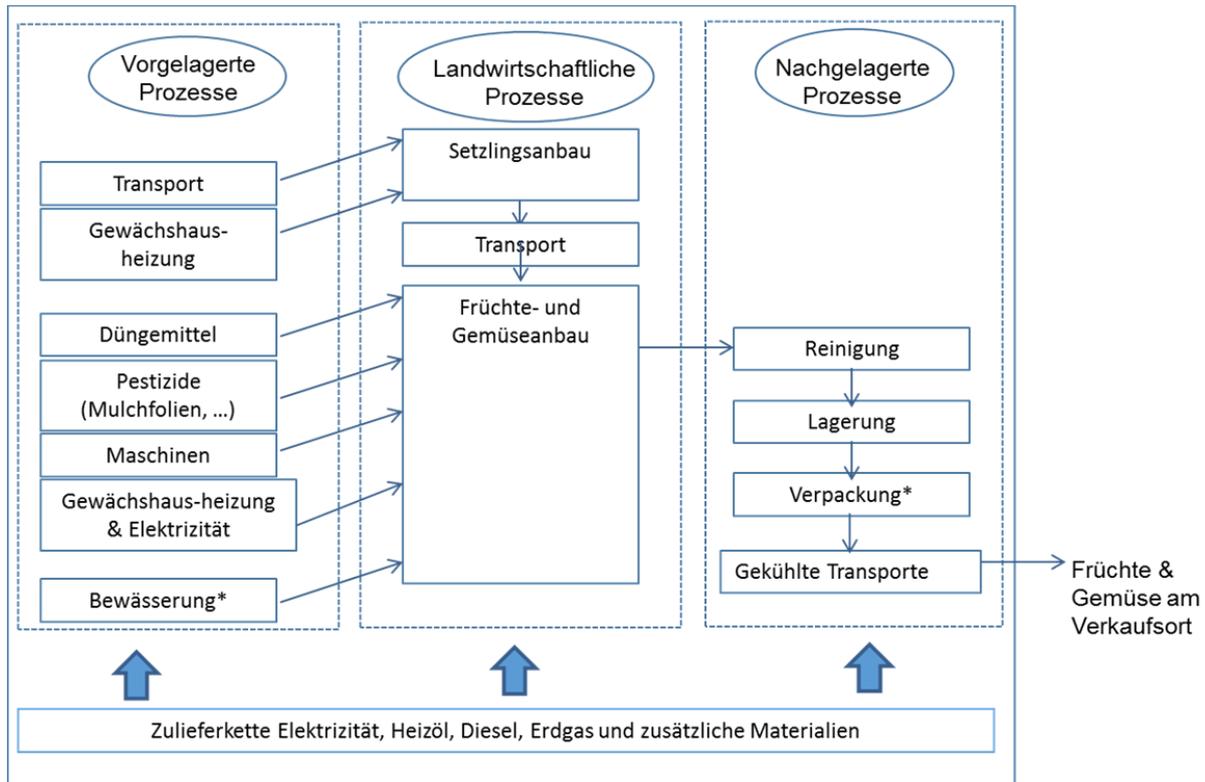


Fig. 1 Systemgrenzen

Des Weiteren werden in den Produktionssystemen folgende Prozesse vernachlässigt:

- Bei Früchten: Anpflanzung und Pflege von Windschutzhecken, feste Installationen wie Drahtgespanne, Pfähle etc.
- Bei der Nachbearbeitung von Früchten und Gemüse auf dem Produktionsbetrieb: Annehmen, Sortieren (für die meisten Sortiervorgänge gibt es Maschinen), Fördern und eine eventuelle Pestizidbegasung, das Waschen der Kisten, Paloxen, die Abwasserreinigung von organischem Material, Stickstoff und Phosphor etc.; das Waschen und Polieren ist nur bei Früchten vernachlässigt.

2.3 Methoden zur Wirkungsabschätzung

An der Projektsitzung am 29. September 2016 wurde beschlossen, in erster Linie die drei Bewertungsmethoden *Treibhauseffekt*, *Umweltbelastungspunkte* und *Biodiversitätsverlust* zu analysieren.

Tab. 1: Verwendete Methoden der Wirkungsabschätzung.

Umweltwirkungen:	Einheit	
1. Treibhauseffekt "GWP 100a" (IPCC, 2013)	[kg CO ₂ -eq]	<i>Kilo Kohlenstoffdioxid-Äquivalente</i>
2. Methode der ökologischen Knappheit (ecological scarcity 2013)	[UBP]	<i>Umweltbelastungspunkte</i>
3. Einfluss der Landbesetzung auf die globale Biodiversität (Chaudhary et al., 2016)	[gPDF-eq*a]	<i>global potentially disappeared fraction of species equivalent year</i>
4. Einfluss der Wassernutzung auf die globale Biodiversität (Scherer and Pfister, 2016)	[gPDF-eq*a]	<i>global potentially disappeared fraction of species equivalent year</i>

Es ist zu beachten, dass die Methoden 3 und 4 zur Bewertung des Biodiversitätsverlusts trotz gleicher Einheit nicht direkt miteinander vergleichbar sind.

3 Inventar der Produktionsdaten

Das Inventar der Produktionsdaten basiert auf Stoessel et al. (2012) und wurde mit der Ökobilanzsoftware Brightway² implementiert, um mit neueren Hintergrunddatensätzen (Transport, Energieerzeugung etc.) aus der ecoinvent v3.2 Datenbank verknüpft zu werden und um weitere Szenarien berücksichtigen zu können. Das Inventar berücksichtigt eine "typische" Produktionsweise (Durchschnittswerte einiger Produktionsbetriebe oder Literaturdaten). Dabei werden Variationen, welche von Betrieb zu Betrieb auftreten, nicht berücksichtigt. Gegenüber Stoessel et al. (2012) wurde der Energiebedarf für die Gewächshausheizung und die direkten Feldemissionen neu länderspezifisch modelliert und das Transportmodell wurde weiterentwickelt. Nähere Angaben zum Inventar der Produktionsdaten sind im Anhang dokumentiert (teilweise englisch).

Die Auswahl der Frucht- und Gemüse kategorien wurde in Absprache mit dem WWF Schweiz vorgenommen aufgrund der zu erwartenden Umweltrelevanz der konsumierten Produktmengen und dem vermuteten Einsparpotenzial. In Fig. 2 sind die Produkte und deren Herkunftsländer sowie die aus den jeweiligen Ländern stammenden Konsummengen gemäss SBV (2014) und SBV (2016) fürs Jahr 2012 angegeben. Sorten der verschiedenen Früchte werden nicht differenziert betrachtet.

² Brightway 2 (Advanced life cycle assessment framework): <https://brightwaylca.org/>

Produkt	Konsum [t/a]	Hauptimportländer (>80% der Importe) und Importmengen [t/a]							TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	
Äpfel	264'991	CHE	DEU	FRA	AUT	BEL	ITA	IRL	95%
Tomaten	196'762	ITA	CHE	ESP	DEU	MAR	NLD	CHN	85%
Zitrusfrüchte	155'853	ESP	BRA	ITA	ZAF	USA	FRA	MKD	81%
Kopf-/Eisbergsalat	127'208	CHE	ESP	ITA	FRA	BEL	NLD	DEU	83%
Karotten	80'945	CHE	ITA	ESP	FRA	NLD	ZAF	ISR	94%
Bananen	77'665	COL	CRI	ECU	PER	DOM	PAN	CMR	81%
Kabis	66'609	CHE	ITA	ESP	NLD	BEL	FRA	PRT	86%
Zwiebeln (inkl. Frühlingszwiebeln)	66'297	CHE	NLD	TUR	NZL	DEU	DZA	FRA	89%
Tafeltrauben*	64'433	ITA	CHE	FRA	ESP	ZAF	PRT	USA	83%
Birnen	56'324	CHE	ZAF	ITA	GRC	ESP	FRA	ARG	89%
Gurken	49'248	CHE	DEU	TUR	NLD	MKD	BLR	UKR	80%
Melonen (inkl. Wassermelonen)	47'139	ESP	ITA	FRA	MAR	BRA	GRC	HND	85%
Ananas	45'983	CRI	THA	PHL	IDN	GHA	IND	CIV	82%
Spinat	33'711	CHE	BEL	DEU	NLD	ITA	FRA	CHN	82%
Pfirsiche	32'695	ESP	ITA	FRA	CHE	MAR	CHL	GRC	83%
Erdbeeren	31'825	ESP	CHE	ITA	DEU	FRA	CHN	NLD	83%
Peperoni & Chili	29'149	ESP	NLD	MAR	HUN	TUR	ITA	CHE	82%
Aprikosen	22'619	CHE	FRA	ESP	TUR	ITA	SCG	MDA	86%
Zucchetti & Kürbisse	20'130	SCG	MDA	ITA	CHE	MAR	NZL	IND	81%
Blumenkohl	18'251	CHE	ITA	ESP	FRA	NLD	DEU	BEL	85%
Grüne Bohnen	15'496	CHE	MAR	ITA	EGY	FRA	PRT	KEN	84%
Kiwi	11'630	ITA	NZL	CHE	CHL	MKD	ALB	GRC	90%
Auberginen	7'414	CHE	MKD	UKR	ITA	AZE	TTO	DOM	83%
Avocado	7'313	ESP	PER	CHL	ZAF	ISR	BRA	KEN	82%
Spargeln grün	6'745	MEX	ESP	PER	DEU	CHN	USA	CHE	82%
Spargeln weiss	2'966	CHE	MKD	UKR	ITA	AZE	TTO	DOM	83%
Papaya	1'592	BRA	THA	CMR	MYS	IND	CRI	ECU	93%

* Importanteile aus den jeweiligen Importländern proportional zu Trauben (inkl. Weintrauben) angenommen

Fig. 2: Modellerte Früchte und Gemüse und deren Herkunftsländer, geordnet nach Konsummengen in t/a INKLUSIVE verarbeitete Produkte (ausser Weintrauben), sowie Angabe der wichtigsten Herkunftsländer, aus denen zusammen mindestens 80% der Konsummengen stammt. Eine Liste der Länderabkürzungen ist im Anhang zu finden. Bei den angegebenen Zitrusfrüchten ist der grösste Teil als Tafelware gehandelt; Importe von Mostobst und Konzentrat sind nicht inbegriffen (gemäss Jahresbericht vom Schweizer_Obstverband (2015) weitere 190'000t, umgerechnet in frische Früchte im 2011). Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass ein gewisser Anteil in der Schweiz zu Fruchtsäften weiterverarbeitet wird. (Kartoffeln wurden in dieser Arbeit nicht weiter analysiert)

4 Wirkungsbilanz

4.1 Klimateffekt von Früchten und Gemüsen im Überblick

4.1.1 Wirkung pro kg (konsumgewichtet, inkl. verarbeitete Produkte)

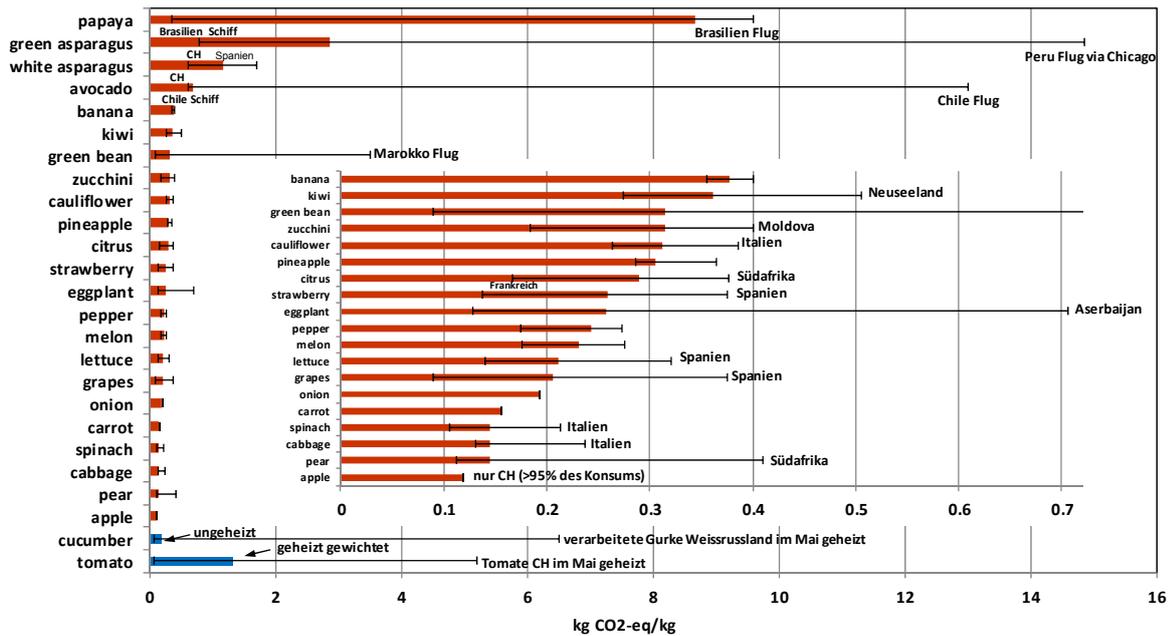


Fig. 3: Klimateffekt der 25 ausgewählten Früchte- und Gemüsesorten pro Kilo konsumierte Menge; mengengewichteter Durchschnitt (nach Importmengen der wichtigsten Herkunftsländer und nach Transportmittel gemäss Schätzung von Detailhändlern (Flug/Schiff) gewichtet). Die Produkte sind in abnehmender Reihenfolge dargestellt, ausser Gurken und Tomaten. Der Mittelwert von Gurken wurde ohne Gewächshausheizung modelliert, der Mittelwert von Tomaten gewichtet nach saisonalen, länderspezifischen Verkaufsdaten eines Schweizer Detailhändlers. Die Fehlerbalken zeigen jeweils die klimafreundlichste und die klimabelastendste Variante. Je grösser der Abstand zwischen Minimum und Maximum, desto grösser das potenzielle Einsparpotenzial. Für die wichtigsten Extremwerte wird Herkunftsland und Transportmittel angegeben (bei europäischen Ländern LKW). Für einige Produkte werden die länderspezifischen Daten im Kapitel 4.2 dargestellt.

4.1.2 Gesamte Wirkung des Konsums (inkl. verarbeitete Produkte)

Carbon footprint of Swiss consumption mix

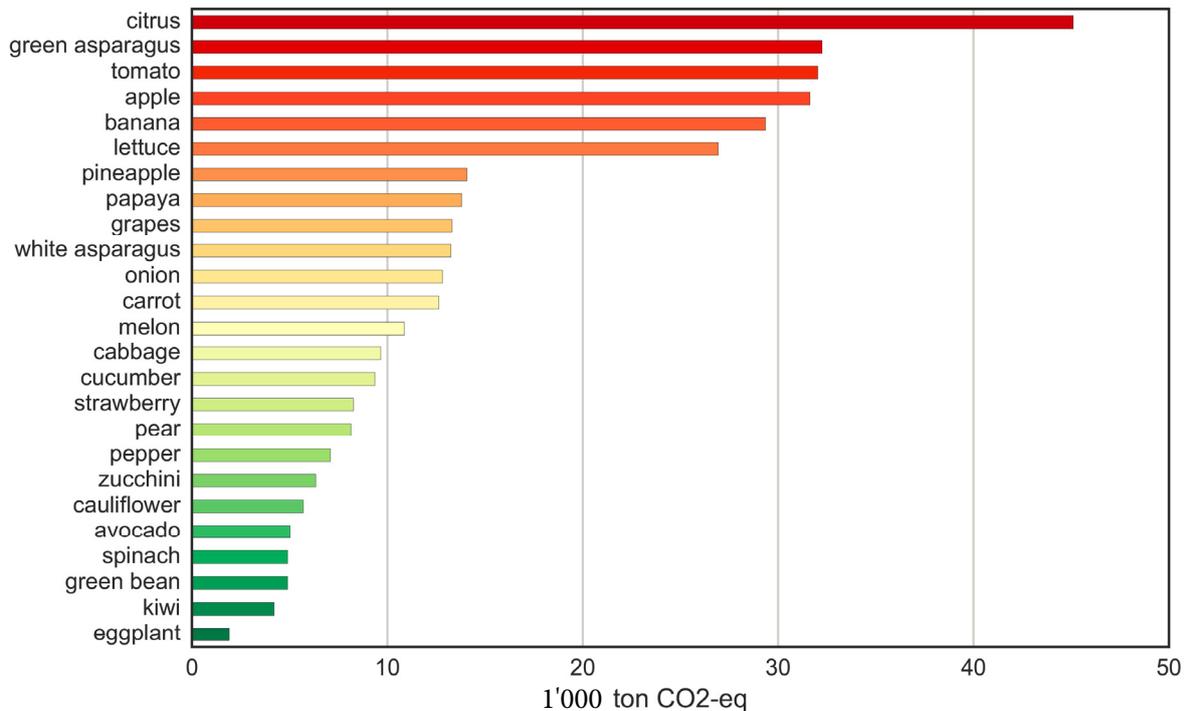


Fig. 4: Klimaeffekt des Schweizer Konsums der 25 ausgewählten Früchte- und Gemüsesorten während eines Jahres (Zitrusfrüchte und Trauben beziehen sich vorwiegend auf Tafelobst; bei den übrigen Früchten und Gemüsen sind in der Schweiz verarbeitete und konsumierte Produkte inbegriffen; Tomaten, Gurken, Kopfsalat, Peperoni und Auberginen werden als ungeheizt modelliert).

Bei Zitrusfrüchten, Tomaten und Äpfeln ist der hohe Klimaeffekt vorwiegend durch grosse Konsummengen bedingt, währendem bei Grünspargeln der Klimaeffekt pro kg sehr hoch ist, was vorwiegend durch den relativ hohen Anteil von geschätzten 25% Flugimporten zustande kommt. Tomaten und Gurken würden sehr relevant erscheinen, wenn die Emissionen der Gewächshausheizung aus Fig. 3 eingetragen wären.

Swiss consumption mix (ecological scarcity 2013)

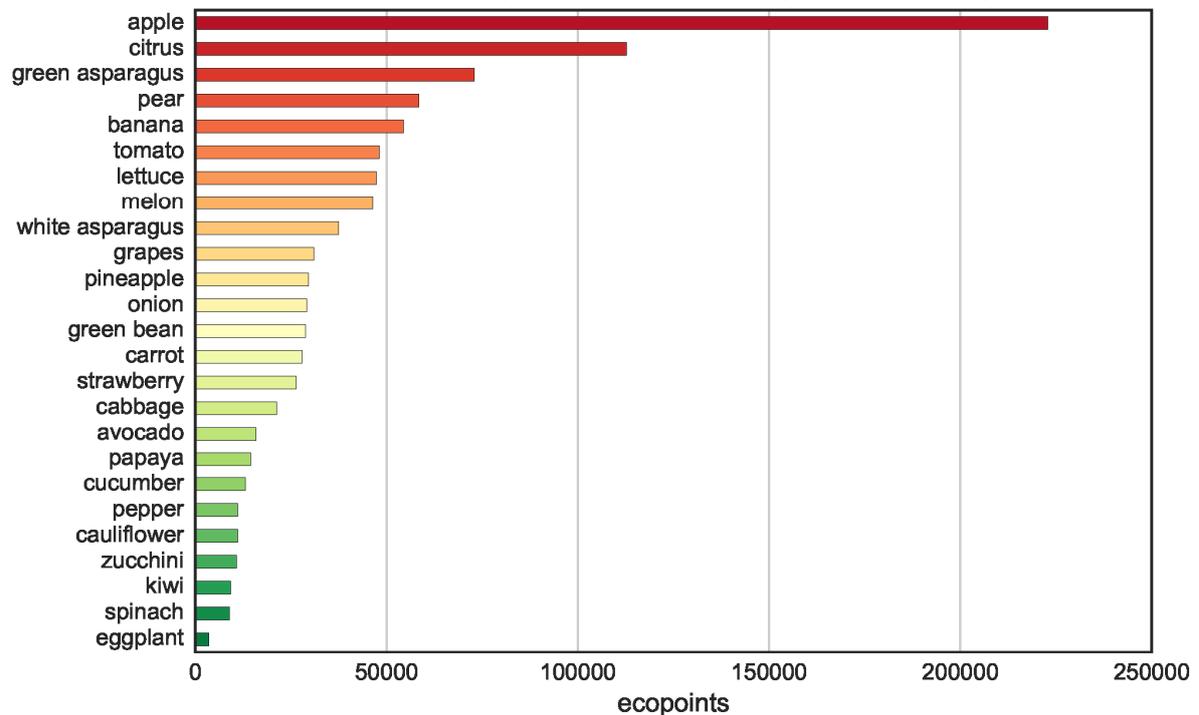


Fig. 5: Umwelteffekt des Schweizer Konsums der 25 ausgewählten Früchte- und Gemüsesorten während eines Jahres, ausgedrückt mit der Schweizer Methode der ökologischen Knappheit (Zitrusfrüchte und Trauben beziehen sich vorwiegend auf Tafelobst; bei den übrigen Produkten sind in verarbeiteter Form konsumierte Produkte inbegriffen; Tomaten, Gurken, Kopfsalat, Peperoni und Auberginen werden als ungeheizt modelliert).

Bei Betrachtung der Umwelteinflüsse mit der Methode der ökologischen Knappheit verändert sich die Reihenfolge der Produkte teilweise. Insbesondere Äpfel und Birnen werden relevanter als beim Klimaeffekt (vorwiegend weil der Pestizideinsatz bei der Methode der ökologischen Knappheit stärker gewichtet wird).

4.2 Ländervergleich für ausgewählte, relevante Produkte

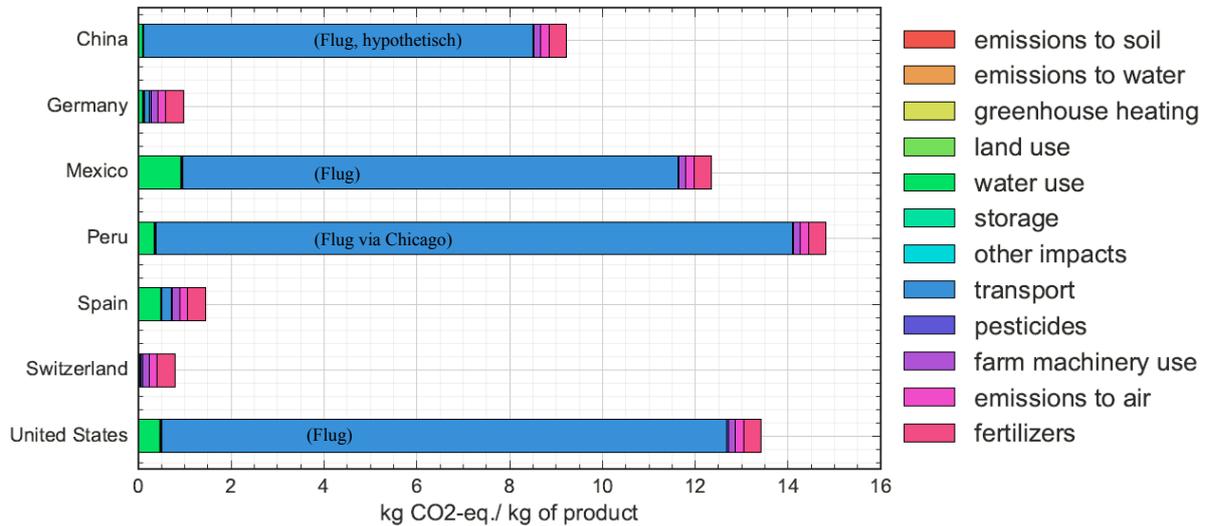


Fig. 6: Klimaeffekt von Grünspargeln aus den wichtigsten Herkunftsländern per LKW resp. Flugzeug (Flugimport aus China ist hypothetisch, da aus China in der Regel nur Dosenaspargeln per Schiff importiert werden).

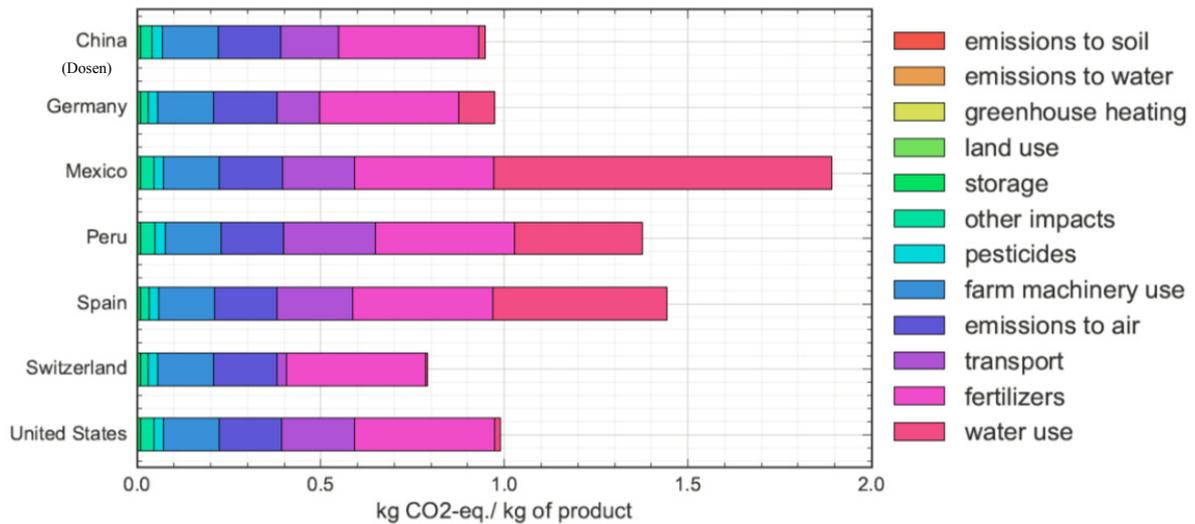


Fig. 7: Klimaeffekt von Grünspargeln aus den wichtigsten Herkunftsländern per LKW resp. Schiff (Resultate für Mexiko, Peru, USA zeigen hypothetisch Schiffstransporte, wobei Grünspargeln aus Übersee bis heute ausschliesslich eingeflogen werden -> Fig. 6). Beachte: die Skala auf der X-Achse ist nicht gleich wie bei Fig. 6.

white asparagus LCA results

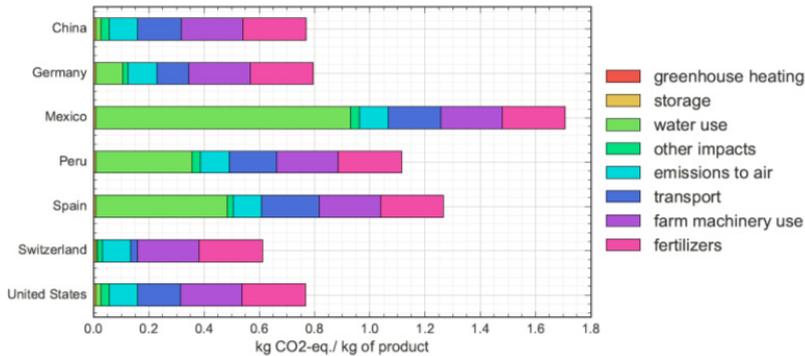


Fig. 8: Klimaeffekt von Weissspargeln aus den wichtigsten Herkunftsländern per Schiff/LKW (Importe aus Mexiko werden hypothetisch dargestellt, da in der Regel nur Grünspargeln von dort stammen).

citrus LCA results

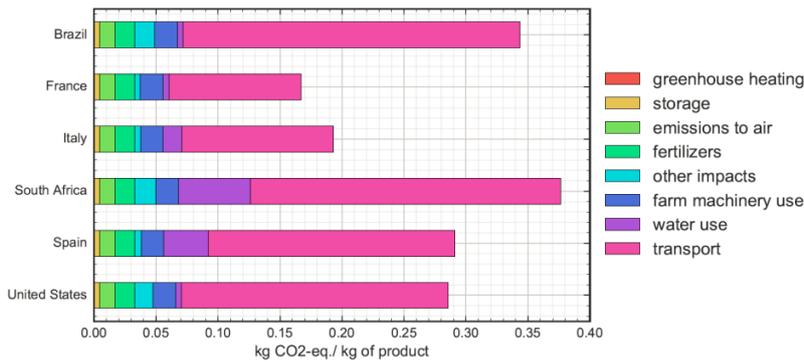


Fig. 9: Klimaeffekt von Zitrusfrüchten (inkl. Säfte) aus den wichtigsten Herkunftsländern per Schiff/LKW.

apple LCA results

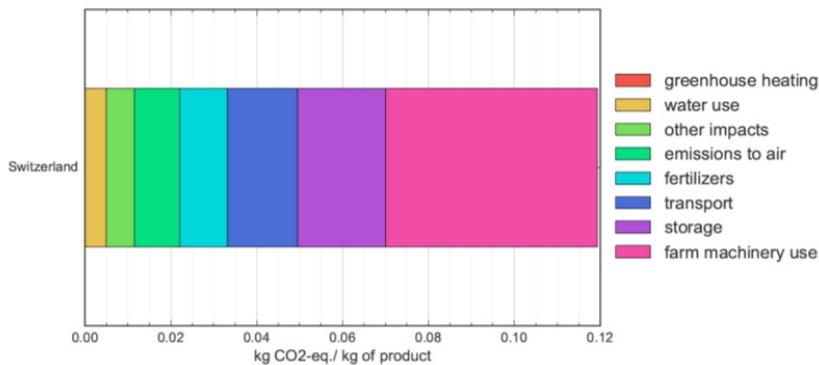


Fig. 10: Klimaeffekt von Schweizer Äpfeln.

pear LCA results

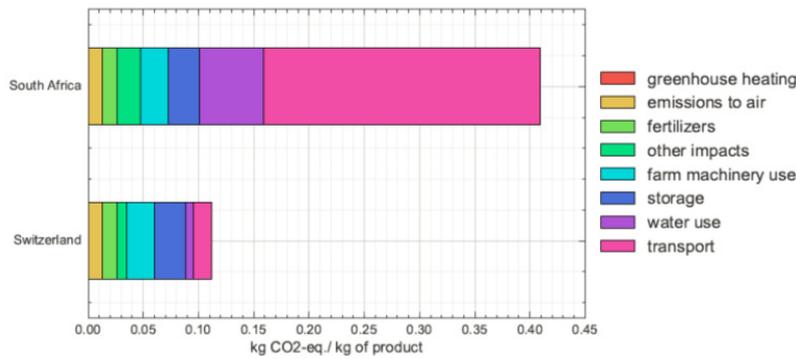


Fig. 11: Klimaeffekt von Birnen aus den wichtigsten Herkunftsländern per Schiff.

banana LCA results

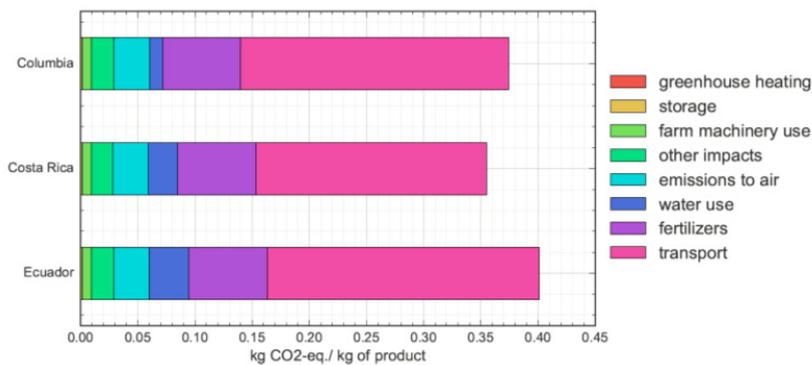


Fig. 12: Klimaeffekt von Bananen aus den wichtigsten Herkunftsländern per Schiff.

lettuce LCA results

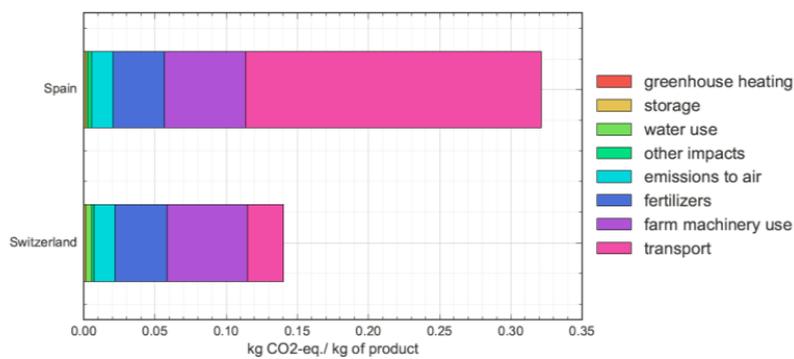


Fig. 13: Klimaeffekt von Kopfsalat aus der Schweiz und aus Spanien per LKW (ungeheizt).

pineapple LCA results

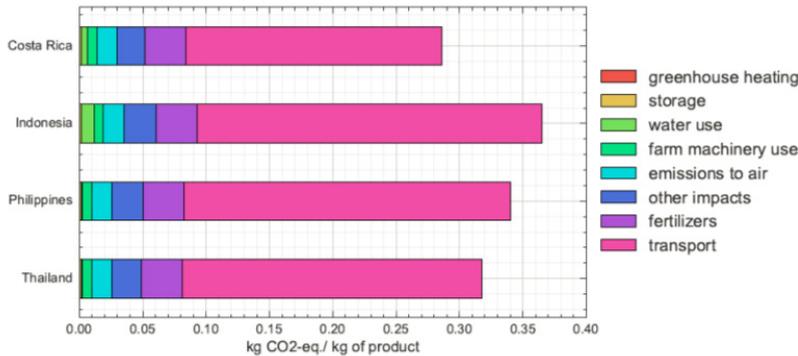


Fig. 14: Klimateffekt von Ananas aus den wichtigsten Herkunftsländern per Schiff (inkl. Dosen...).

eggplant LCA results

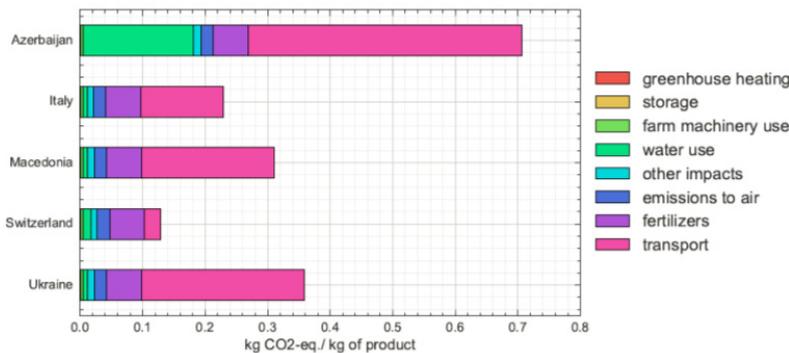


Fig. 15: Klimateffekt von Auberginen aus den wichtigsten Importländern, inkl. Verarbeitungsgemüse (ohne Gewächshausheizung).

cucumber LCA results

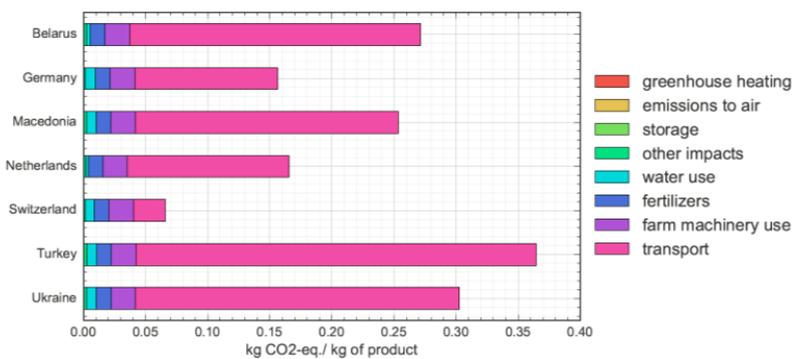


Fig. 16: Klimateffekt von Gurken aus den wichtigsten Herkunftsländern (ohne Gewächshausheizung). Beachte: aus Weissrussland, Mazedonien, Ukraine und der Türkei werden nur verarbeitete (Essig-)Gurken importiert.

strawberry LCA results

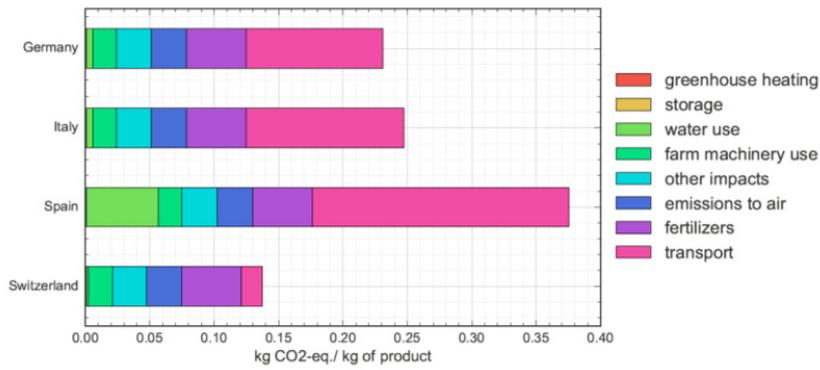


Fig. 17: Klimaeffekt von Erdbeeren aus den wichtigsten Herkunftsländern.

4.3 Saisonalität von Tomaten

4.3.1 Gewächshausheizung in verschiedenen Ländern

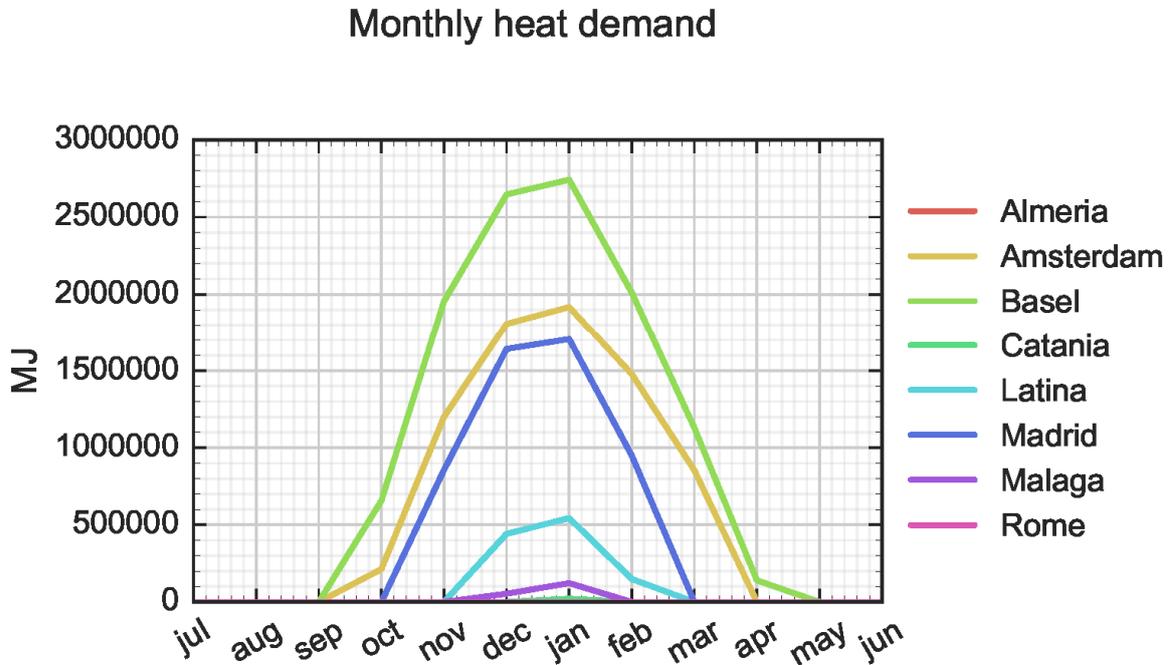


Fig. 18: Monatlicher Energiebedarf für die Gewächshausheizung von Tomaten (Idealtemperatur: 18°C) in Basel, Amsterdam (NL), Madrid (Zentral-Spanien), Almeria (Süd-Spanien), Latina (ausgedehntes Landwirtschaftsgebiet bei Rom), sowie Rom und Catania (Sizilien). In Rom, Catania, Almeria und Málaga ist ganzjährig kaum Heizung notwendig, in Madrid und Latina ab März.

4.3.2 Allokation auf die verschiedenen Monate

Der Energiebedarf für die Gewächshausheizung wird monatlich modelliert aufgrund der mittleren Aussentemperaturen bei Tag und Nacht im entsprechenden Anbauland. Für eine Ernte zwischen Juli und September kann in der Schweiz ein ungeheiztes System mit oder ohne Gewächshaus genutzt werden (Fig. 19), welches wegen der vermiedenen Emissionen aus Heizung mit fossilen Energien die beste Ökobilanz aufweist (Fig. 20). Wenn hingegen Tomaten im Juni sowie Oktober nachgefragt sind, ist ein System mit leichter Heizung nötig (siehe „gedeckt leicht geheizt“ in Fig. 19) auf 12°C in den ersten beiden Monaten nach der Saat und auf 16°C in den folgenden beiden Monaten, danach auf 18°C. Dabei werden die zusätzlichen Emissionen gegenüber dem ungeheizten System dem zusätzlichen Ertrag dieses Produktionssystems angelastet. Mit der gleichen Logik werden für Tomaten im Mai die zusätzlichen Emissionen des intensiv geheizten Systems („gedeckt geheizt“ in Fig. 19) den zusätzlich im Mai geernteten Tomaten alloziert (wiederum 12°C in den ersten beiden Monaten nach der Saat, 16°C in den folgenden beiden Monaten, danach 18°C).

Diese Allokationsmethode hat den Vorteil, dass sie die Emissionen verursachergerecht saisonal aufteilt. Wenn beispielsweise ein Kilo weniger Tomaten im Mai nachgefragt würde und dafür mehr im Sommer, dann könnte man den Anbau dieser Tomaten mit dem ungeheizten, emissionsärmeren Produktionssystem anbauen und somit die Umwelt entlasten. Die Resultate sind im nächsten Kapitel dargestellt.

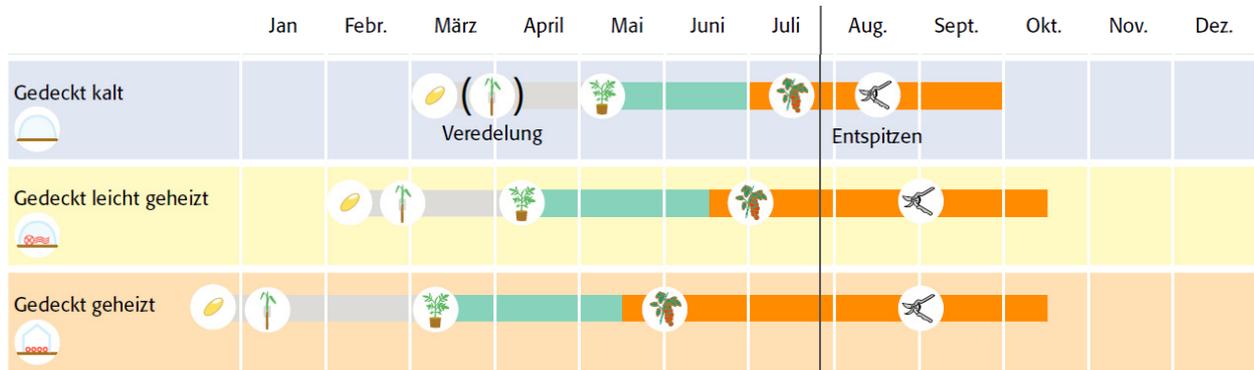


Fig. 19: Klassifizierung der Schweizer Tomatenproduktion in drei Produktionssysteme mit unterschiedlicher Erntedauer und unterschiedlichem Heizbedarf (Hornischer and Koller, 2005).

4.3.3 Saisonale Resultate für die 4 wichtigsten Herkunftsländer

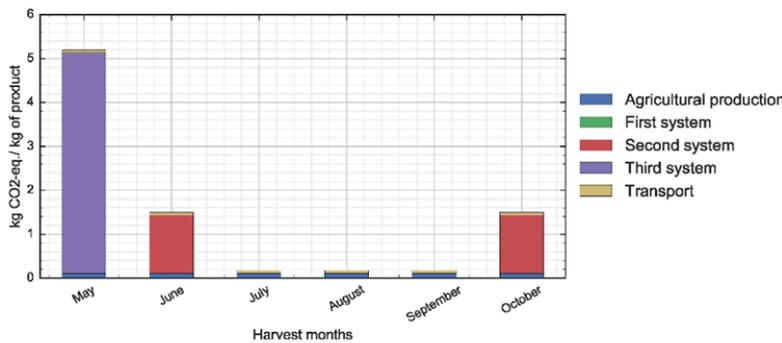


Fig. 20: Klimaeffekt von Tomaten aus der Schweiz (Bern) von Mai bis Oktober. „First system“ gibt den Klimaeffekt der Gewächshausheizung an für ein Produktionssystem, welches von Juli bis September Erträge liefert (ungeheizt), „second system“ für ein leicht geheiztes System (14°C im Februar und März, 16°C im April und Mai, 18°C während der Ertragsperiode) mit Erträgen von Juni bis Oktober und „third system“ für ein System mit Erträgen von Mai bis Oktober (14°C in der Setzlingsphase Dezember bis Februar, 16°C in der Wachstumsphase März und April, 18°C während der Ertragsperiode) (siehe Skizze in Fig. 19). Der Klimaeffekt der landwirtschaftlichen Produktion (exkl. Gewächshausheizung) und des Transportes werden in separaten Balken dargestellt.

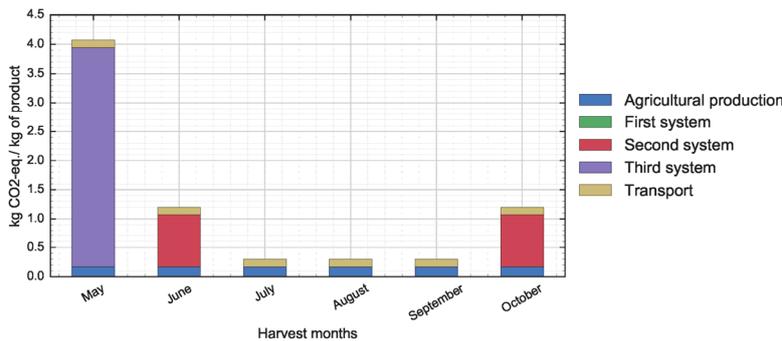


Fig. 21: Klimaeffekt von Tomaten aus den Niederlanden (Amsterdam) von Mai bis Oktober (Gewächshautemperaturen wie in Fig. 20).

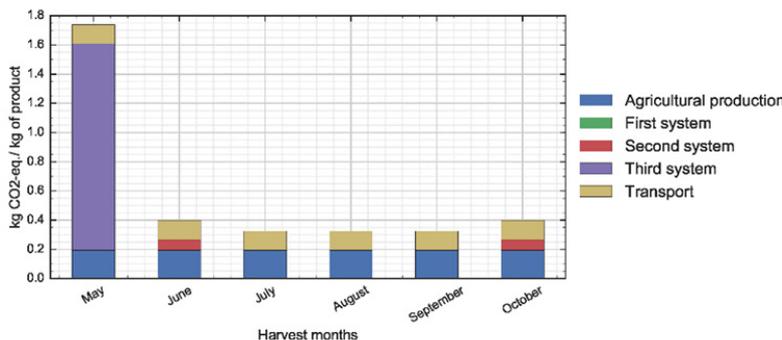


Fig. 22: Klimaeffekt von Tomaten aus Italien (Terni, mittlerer Breitengrad) von Mai bis Oktober (weiter im Süden gibt es keinen Heizbedarf mehr, siehe Fig. 18) (Gewächshautemperaturen wie in Fig. 20).

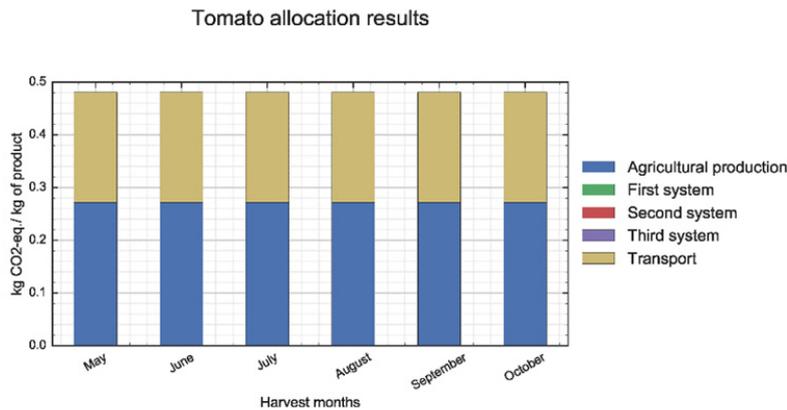


Fig. 23: Klimaeffekt von Tomaten aus Italien (Sizilien) von Mai bis Oktober (Abweichung der Skala auf der y-Achse gegenüber vorangehenden Grafiken zu beachten)

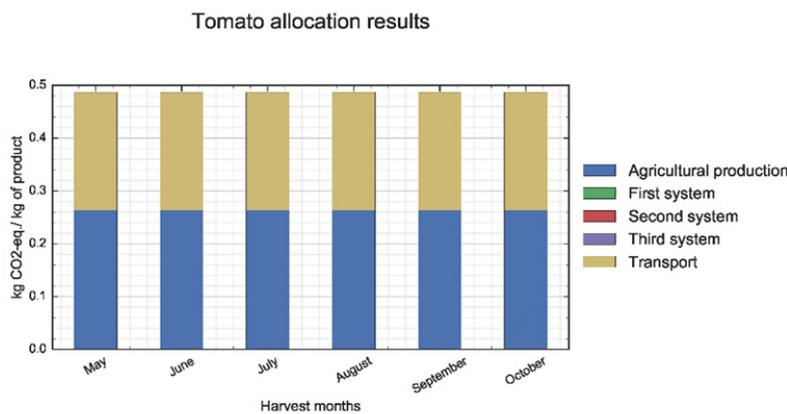


Fig. 24: Klimaeffekt von Tomaten aus Süds Spanien (Almería) von Mai bis Oktober.

Die Resultate zeigen, dass die Klimaauswirkungen der Gewächshausheizung in den kalten Monaten viel mehr ins Gewicht fallen als die Transporte aus den untersuchten Ländern. In den Sommermonaten ist aber die ungeheizte Schweizer Produktion am klimafreundlichsten.

Am klimafreundlichsten schneiden im Mai, Juni und Oktober Tomaten aus einem mit Industrieabwärme auf die Optimaltemperatur von 18°C geheizten Gewächshaus ab (Fig. 25).

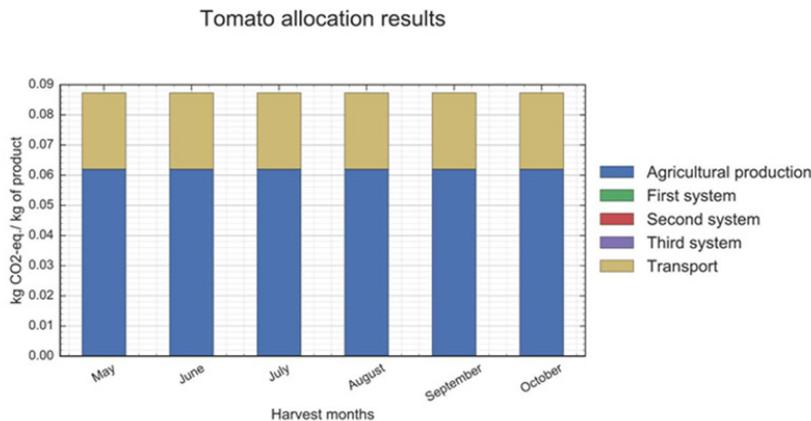


Fig. 25: Klimaeffekt von Tomaten aus der Schweiz von Mai bis Oktober aus einem Gewächshaus, welches vollständig durch Industrieabwärme geheizt wird (z.B. Hinwil). Die Erträge sind dabei optimal und die Emissionen für die Heizung fallen weg. Die Kapazitäten solcher durch Abwärme geheizter Gewächshäuser sind heute begrenzt und können nur einen kleinen Teil der Nachfrage decken.

Entscheidungsempfehlung für Konsumierende

Grundsätzlich ist es am klimafreundlichsten, Tomaten in der Saison zu konsumieren, in welcher sie in der Region aus einem ungeheizten Produktionssystem geerntet werden können (Freiland oder ungeheiztes Gewächshaus). Dies trifft in der Schweiz in der Regel von Mitte Juli bis Mitte September zu, wobei das Erntezeitfenster je nach Wetterbedingungen variiert und mit der zunehmenden Klimaerwärmung möglicherweise tendenziell länger wird. Im Mai, Juni und Oktober schneiden frische Tomaten grundsätzlich besser ab, wenn sie aus nicht zu weit entfernten, wärmeren Ländern (Italien und Spanien) importiert werden, als wenn sie in der Region in geheizten Gewächshäusern produziert werden, weil die zusätzlichen Transporte weniger ins Gewicht fallen als die eingesparten Emissionen der Gewächshausheizung. Ausnahmen bilden Gewächshäuser, welche nicht mit fossilen Energieträgern geheizt werden (z.B. Abwärme aus der Industrie). Daraus werden folgende vereinfachten Empfehlungen abgeleitet:

- 1) Tomaten möglichst **in der Saison konsumieren, in der sie in der Region aus ungeheizter Produktion geerntet werden können.**
- 2) Wenn man Tomaten ausserhalb ihrer Saison wünscht, dann sind **importierte Tomaten aus warmen Ländern (Südspanien, Süditalien) grundsätzlich den regionalen Tomaten vorzuziehen.** Dies gilt besonders stark, je früher im Jahr die Tomaten konsumiert werden.

-> Eine Ausnahme bilden regional mit Abwärme produzierte Tomaten, die auch ausserhalb der Saison konsumiert werden können. Langfristig wäre ein **Ausbau der Produktion in Abwärme-nutzenden Gewächshäusern** und ein entsprechendes **Labeln der Produkte** die ökologischste Variante, um ausserhalb der Saison frische Tomaten zu konsumieren.

5 Saisonalität von Gurken

Bei Gurken können die gleichen Empfehlungen wie bei Tomaten abgeleitet werden. Am schlechtesten schneiden Gurken im Mai mit Anbau in nördlichen Breiten ab (langer Transport und Heizung). Bei verarbeiteten Gurken schneiden Produkte mit kurzen Transportwegen in der Regel besser ab. Es müsste allerdings geprüft werden, inwiefern verarbeitete Gurken aus geheizter Produktion stammen.

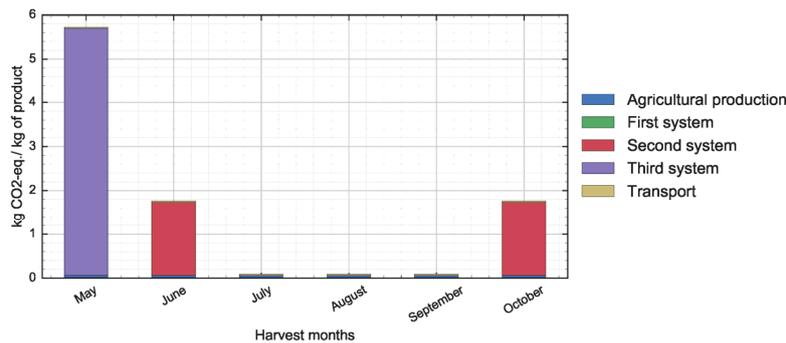


Fig. 26: Klimateffekt von Gurken aus der Schweiz von Mai bis Oktober.

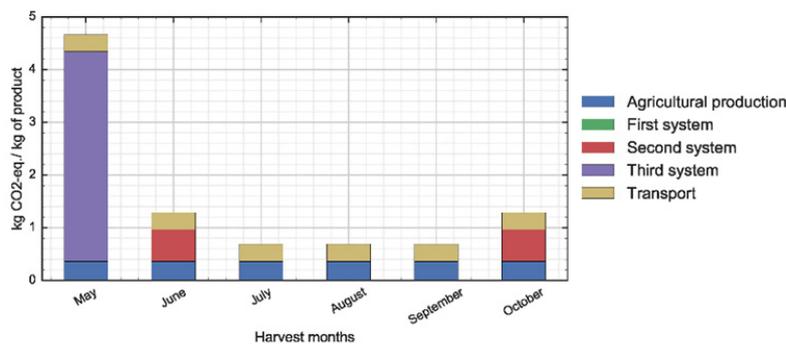


Fig. 27: Klimateffekt von verarbeiteten Gurken aus der Türkei, modelliert für Ernte von Mai bis Oktober.

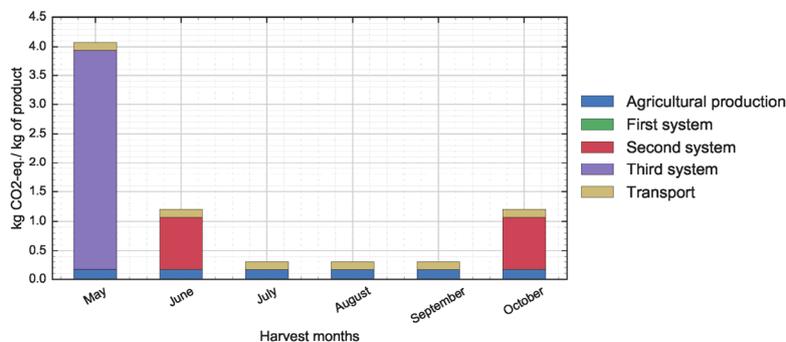


Fig. 28: Klimateffekt von Gurken aus den Niederlanden von Mai bis Oktober.

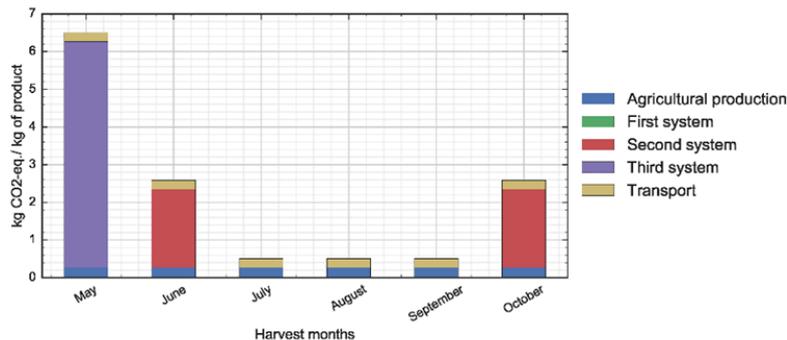


Fig. 29: Klimaeffekt von verarbeiteten Gurken aus den Weissrussland, modelliert für Ernte von Mai bis Oktober.

5.1 Lagerfrüchte versus Importfrüchte

Ein Vergleich der Umwelteinflüsse von gelagerten, regionalen Früchten mit frisch importierten Früchten im Verlaufe der Jahreszeit wurde von Stoessel et al. (2012) durchgeführt. Für Kiwis zeigt sich, dass Importe aus Neuseeland bezüglich Klimaeffekt eher schlechter abschneiden als gelagerte Produkte aus der Region, obwohl mit 36% höheren Erträgen in Neuseeland gerechnet wird. Eine Studie aus Deutschland kommt bei Äpfeln zum gleichen Schluss, dass regionale Lageräpfel trotz 5% Lagerverlusten auch nach 6 Monaten Lagerung besser abschneiden als Importe aus Neuseeland (Reinhardt et al., 2009).

Grundsätzlich nimmt der Klimaeffekt der Lagerwaren nach dem spätesten Erntezeitpunkt stetig zu, bis die neue Ernte beginnt. Der ökologische Vorteil der Lagerware gegenüber Importen ist also kurz vor der neuen Ernte am kleinsten (siehe Stoessel et al. (2012)). Es gibt Studien, aufgrund deren Annahmen sich die Kurven phasenweise vor der neuen Ernte kreuzen, sodass in einem begrenzten Zeitfenster die Importfrüchte besser abschneiden fürs Klima als die gelagerten regionalen Früchte³. Das Resultat hängt dabei von vielen Annahmen ab, beispielsweise vom eingesetzten Strommix für den Betrieb der Kühllhäuser oder von der Effizienz und Grösse der Kühllhäuser.

Grundsätzlich existieren bereits heute Technologien, um Kühllhäuser weitgehend emissionsfrei zu betreiben, indem beispielsweise nur Strom aus klimafreundlichen, erneuerbaren Quellen genutzt wird (in der Schweiz ist der Strommix bereits heute sehr klimafreundlich). Beim Transport mit Frachtschiffen ist es eher schwieriger, fossile Energiequellen zu meiden (Sisson and McBride, 2012)⁴. Des Weiteren gibt es bei Frachtschiffen gegenüber Lagerhäusern ein deutlich grösseres Risiko für Umweltkatastrophen, welches aber schwer quantifizierbar ist.

³ „So kann der Apfel aus Neuseeland durchaus mit einem bei uns erzeugten Lagerapfel konkurrieren. Doch unter CO₂-Gesichtspunkten ist die langfristige Lagerung von Äpfeln umweltschädlicher als ihr weiter Transport über die Weltmeere. Das macht die Entscheidung für den Verbraucher nicht einfacher...“
(<https://www.welt.de/wissenschaft/article1577005/Wie-viel-Treibhausgas-in-Neuseeland-Aepfeln-steckt.html>)

⁴ „Electrification of terminal equipment coupled with the relatively quick turnover of equipment and sophisticated exhaust controls has greatly reduced emissions from this source. (...) Ships have proven more difficult to modify in order to reduce emissions.“

5.2 Biodiversitätsverluste

5.2.1 Einfluss der Landbesetzung auf die globale Biodiversität

CH-Konsum

Einheit: 10⁻⁶ gPDF-eq*a

Produkt	Gesamtimpact	Hauptimportländer und importierte Impacts (Länder mit >80% der Impacts)								TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Bananen	15.25	COL	ECU	DOM	CRI	PER	PAN	PHL	CMR	81%
Zitrusfrüchte	13.72	ESP	BRA	ITA	THA	PRI	ECU	CUB	ZAF	80%
Tafeltrauben	7.82	ITA	ESP	CHE	PRT	FRA	ZAF	TUR	CHL	88%
Kopf-/Eisbergsalat	6.76	ESP	CHE	ITA	FRA	BEL	BIH	HRV	GTM	97%
Ananas	5.35	CRI	IDN	PHL	THA	GHA	MDG	HND	VNM	82%
Äpfel	5.29	CHE	DEU	ITA	FRA	AUT	BEL	JPN	CHN	98%
Tomaten	5.13	ITA	ESP	CHE	MAR	CHN	FRA	PRT	AUT	80%
Spargeln	4.40	MEX	ESP	PER	GRC	ITA	MKD	CHN	CHE	80%

Fig. 30: Globale Biodiversitätsverluste durch Landbesetzung für die 8 Früchte und Gemüse mit den grössten Biodiversitätswirkungen (visualisiert mit braunen Balken). Die Angaben beziehen sich auf den gesamten Schweizer Konsum. Die Biodiversitätsverluste in den wichtigsten Herkunftsländern werden in den rechten Spalten dargestellt. Die Länder werden von links nach rechts geordnet nach abnehmenden Auswirkungen, wobei die Zahlen zur Verdeutlichung farblich hinterlegt sind (je mehr Rotanteil desto grösser die Biodiversitätsverluste). Eine Tabelle aller 25 Produkte ist im Anhang zu finden.

Pro Kilo

Einheit: 10⁻¹² gPDF-eq*a/kg

Produkt	Mittlere Impacts Konsummix	Hauptimportländer und importierte Impacts (Länder mit >80% der Impacts)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Avocado	0.40	ESP	PER	ZAF	CHL	DOM	BRA	ISR	NZL
Spargeln	0.39	MEX	ESP	PER	GRC	ITA	MKD	CHN	CHE
Bananen	0.20	COL	ECU	DOM	CRI	PER	PAN	PHL	CMR
Zitrusfrüchte	0.09	ESP	BRA	ITA	THA	PRI	ECU	CUB	ZAF
Zucchetti & Kürbisse	0.06	SCG	DOM	ITA	MDA	CHE	NZL	IND	ALB
Peperoni & Chili	0.04	ESP	TUR	LKA	DOM	ITA	MYS	MAR	HUN
Auberginen	0.17	DOM	CHE	TTO	UKR	AZE	MKD	ITA	THA

Fig. 31: Globale Biodiversitätsverluste durch Landbesetzung pro kg Produkt, angegeben für die 3 Top Produkte bezüglich Schweizer Konsummix und die 4 Produkte mit den grössten Effekten aus bestimmten Ländern (kursiv).

Biodiversitätsverluste durch Landbesetzung fallen besonders ins Gewicht bei Produkten, welche niedrige Flächenerträge aufweisen und in Regionen mit einer natürlicherweise hohen Artenvielfalt angebaut werden. Beim hier untersuchten Indikator der globalen Biodiversität werden zudem seltene, endemische Arten stärker gewichtet. Insbesondere Produkte aus tropischen Regionen fallen dadurch viel mehr ins Gewicht, weil dort viele Arten endemisch sind (d.h. nur in tropischen Regenwäldern vorkommen).

Schlussfolgerungen für Biodiversitätsverluste durch Landnutzung

Grundsätzlich können die Produkte auf drei Arten priorisiert werden:

- Biodiversitätsverluste des Schweizer Konsums besonders gross (Fig. 30):
 - 1) Bananen
 - 2) Zitrusfrüchte
 - 3) Tafeltrauben
- Biodiversitätsverluste pro kg im Schweizer Konsummix besonders gross (Fig. 31):
 - 1) Avocado
 - 2) Spargeln
 - 3) Bananen
- Biodiversitätsverluste pro kg in spezifischen Ländern besonders gross (Fig. 31):
 - 1) Zitrusfrüchte aus Puerto Rico
 - 2) Zucchini, Kürbisse und Auberginen aus der dominikanischen Republik
 - 3) Peperoni und Chili aus Sri Lanka

5.2.2 Einfluss des Wasserverbrauchs auf die globale Biodiversität

CH-Konsum

Einheit: 10⁻⁹ gPDF-eq*a

Produkt	Gesamtimpact	Hauptimportländer und importierte Impacts (Länder mit >80% der Impacts)								TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Bananen	82.84	PER	ECU	DOM	COL	CRI	PAN	YEM	PHL	97%
Spargeln	63.35	MEX	ESP	USA	PER	GRC	ITA	CHN	MKD	93%
Zitrusfrüchte	55.95	ESP	ITA	ISR	USA	ZAF	THA	EGY	MEX	88%
Tafeltrauben	52.14	ESP	ITA	USA	ZAF	PRT	CHL	TUR	FRA	80%
Avocado	22.18	ESP	CHL	PER	ISR	ZAF	USA	DOM	PRT	78%
Melonen (inkl Wassermelonen)	8.64	ESP	ITA	EGY	MAR	BRA	PRT	ISR	GRC	88%
Birnen	7.91	ZAF	GRC	ESP	ITA	CHL	PRT	ARG	CHN	87%
Tomaten	7.61	ITA	ESP	MAR	CHN	TUR	PRT	MEX	ISR	87%

Fig. 32: Globale Biodiversitätsverluste durch Wassernutzung für die 8 Früchte und Gemüse mit den grössten Biodiversitätswirkungen (visualisiert mit braunen Balken). Die Angaben beziehen sich auf den gesamten Schweizer Konsum. Die Biodiversitätsverluste in den wichtigsten Herkunftsländern werden in den rechten Spalten dargestellt. Die Länder werden von links nach rechts geordnet nach abnehmenden Auswirkungen. Eine Tabelle aller 25 Produkte ist im Anhang zu finden.

Pro Kilo

Einheit: 10⁻¹⁷gPDF-eq*a/kg

Produkt	Mittlere Impacts Konsummix	Hauptimportländer und importierte Impacts (Länder mit >80% der Impacts)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Spargeln	563	MEX 1768	ESP 450	USA 1149	PER	GRC	ITA	CHN	MKD
Avocado	303	ESP 493	CHL 542	PER	ISR	ZAF	USA	DOM	PRT
Bananen	107	PER 720	ECU 69	DOM 209	COL 9	CRI	PAN	YEM	PHL
Tafeltrauben	81	ESP 278	ITA 42	USA 588	ZAF 338	PRT	CHL	TUR	FRA
Zitrusfrüchte	36	ESP 31	ITA 8	ISR 178	USA 140	ZAF 15	THA 50	EGY 262	MEX 47
Kiwi	27	ITA 28	CHL 228	NZL	GRC	USA	MKD	TUR	CHE
Erdbeeren	20	ESP 49	EGY 443	ITA 9	PRT	SCG	CHN	DEU	NLD
Grüne Bohnen	19	EGY 322	MAR 41	ITA 16	USA	PRT	ESP	LBN	MKD

Fig. 33: Globale Biodiversitätsverluste durch Wassernutzung pro kg Produkt, angegeben für die 8 Spitzenreiter.

Biodiversitätsverluste durch Wassernutzung hängen primär von der Anbauregion der Produkte sowie vom Wasserverbrauch der Kulturen ab. In Regionen mit Wasserknappheit sind Ökosysteme grundsätzlich stärker betroffen, wenn Wasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung verbraucht wird, besonders wenn das Wasser in den trockeneren Monaten genutzt wird. Beim hier untersuchten Indikator der globalen Biodiversität werden zudem seltene, endemische Arten stärker gewichtet. Insbesondere Produkte aus tropischen Regionen fallen dadurch viel mehr ins Gewicht, weil dort viele Arten endemisch sind. Die priorisierten Gemüse und Früchte sind hierbei ähnlich zu denen bezüglich der Biodiversitätsverluste durch Landnutzung.

Schlussfolgerungen für Biodiversitätsverluste durch Wassernutzung

Grundsätzlich können die Produkte auf drei Arten priorisiert werden:

- Biodiversitätsverluste des Schweizer Konsums besonders gross (Fig. 32):
 - 1) Bananen
 - 2) Spargeln
 - 3) Zitrusfrüchte
- Biodiversitätsverluste pro kg besonders gross (gewichtet nach den Importmengen aus den wichtigsten Herkunftsländern) (Fig. 32):
 - 1) Spargeln
 - 2) Avocado
 - 3) Bananen
- Biodiversitätsverluste pro kg in spezifischen Ländern besonders gross (Fig. 33):
 - 1) Spargeln aus Mexiko und den USA
 - 2) Bananen aus Peru
 - 3) Tafeltrauben aus den USA

6 Fazit: Verminderung Umwelteffekte Früchte und Gemüse

Die Studie konnte einige Potentiale zur Reduktion der Umwelteffekte aufzeigen. Diese können am effektivsten durch gezielte Einkaufsentscheidungen realisiert werden, da verschiedene Produktevarianten eine grosse ökologische Hebelwirkung haben können. Die Ableitung von vereinfachten Faustregeln zur Kommunikation an die Konsumierenden ist empfehlenswert, damit sie die ökologischen Kriterien bei ihren Lebensmitteleinkäufen mehr berücksichtigen können.

7 Dank

Ein grosser Dank geht an den WWF (Damian Oettli und Christoph Meili), welche durch ihren Auftrag und die finanzielle Unterstützung diesen Bericht ermöglicht haben. Christoph Meili hat sich ausserdem mit zahlreichen Recherchen und kompetenter Beratung für das Thema eingesetzt. Der Bericht wurde aufgrund eines älteren Berichtes von Franziska Stoessel geschrieben (Stoessel et al., 2012). Wir möchten ihr hiermit danken, dass wir ihren Bericht als Grundlage verwenden dürfen und sie diesen neuen Bericht gegengelesen hat. Schliesslich möchten wir uns auch bei Coop und Migros bedanken für die wertvollen Inputs im Rahmen der Sitzung am 29. Sept. 2016 sowie für die zahlreichen aufgrund unserer Fragestellungen gelieferten Informationen.

8 Literaturverzeichnis

- BAFU. Entwicklung der weltweiten Umweltauswirkungen der Schweiz. *Bundesamt für Umwelt BAFU, 3003 Bern.* . **2014.**
- Beretta, C. and Hellweg, S. Environmental Impacts and Hotspots of Food Losses: Value Chain Analysis of Swiss Food Consumption. *Submitted to Environmental Science and Technology.* **submitted.**
- Chaudhary, A., Veronesi, F., Baan, L. de, Pfister, S. and Hellweg, S. Land stress: Potential species loss from land use (global; PSSRg). *LC-Impact, the online community for life cycle impact assessment.* Available online <http://www.lc-impact.eu/downloads/documents/Land_stress_chapter_LC-Impact_July_17_2016.pdf> (retrieved 24.7.2016). **2016.**
- Hornischer, U. and Koller, M. Merkblatt "Biologischer Anbau von Tomaten". *Bioland Beratung GmbH, Kaiserstraße 18, DE-55116 Mainz.* **2005.**
- IPCC. 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.* **2013.**
- Reinhardt, G., Gärtner, S., Münch, J. and Häfele, S. Ökologische Optimierung regional erzeugter Lebensmittel: Energie- und Klimagasbilanzen. *ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH.* Available online <www.ifeu.de/lebensmittel> (retrieved on 26.11.2016). **2009.**
- SBV. Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 2013. *Schweizerischer Bauernverband, Lauerstr. 10, CH 5200 Brugg.* **2014.**
- SBV. Personal communication and data transfer with Lena Obrist and Daniel Erdin on 25.08.2016. *Schweizerischer Bauernverband, Lauerstr. 10, CH 5200 Brugg.* **2016.**
- Scherer, L. and Pfister, S. Global biodiversity loss by freshwater consumption and eutrophication from Swiss food consumption. *Environmental Science & Technology.* **2016.**
- Schweizer_Obstverband. Jahresbericht 2014. *Geschäftsstelle, Baarerstrasse 88, 6300 Zug.* Available <www.swissfruit.ch/sites/default/files/jahresbericht_schweizer_obstverband_2014_0.pdf>. **2015.**
- Sisson, M. and McBride, K. The zero emission container ship. *Port Tech 54, published 21.May2012.* <<https://issuu.com/henleymedia/docs/pti54>>. **2012.**
- Stoessel, F., Juraske, R., Pfister, S. and Hellweg, S. Life Cycle Inventory and Carbon and Water FoodPrint of Fruits and Vegetables Application to a Swiss Retailer. *Environmental Science & Technology, 2012, 46, 3253-3262.* dx.doi.org/10.1021/es2030577. **2012.**