

Ökoprofil von Ernährungsstilen

Projektbericht

Autoren

Niels Jungbluth, Simon Eggenberger, Regula Keller
ESU-services GmbH
Margrit-Rainer-Strasse 11c
CH-8050 Zürich
Tel. +41 44 940 61 32
Fax +41 44 940 67 94
jungbluth@esu-services.ch
www.esu-services.ch

Auftraggeber

WWF Schweiz
Christoph Meili
Manager Decarbonet
Abteilung Konsum & Wirtschaft
Hohlstrasse 110
Postfach
8010 Zürich
Direkt +41 44 297 22 12
Christoph.Meili@wwf.ch
www.wwf.ch

Zürich, 9. November 2015

ESU-services Ltd.	Margrit-Rainer-Strasse 11c	CH-8050 Zürich
Niels Jungbluth	jungbluth@esu-services.ch	T +41 44 940 61 32
Regula Keller	keller@esu-services.ch	T +41 44 940 61 35
Simon Eggenberger	eggenberger@esu-services.ch	T +41 44 940 61 02
www.esu-services.ch		F +41 44 940 67 94

Impressum	
Titel	Ökoprofil von Ernährungsstilen
Autoren	Niels Jungbluth, Simon Eggenberger ESU-services Ltd. Margrit-Rainer-Strasse 11c, CH-8050 Zürich Tel. 0041 44 940 61 32, Fax +41 44 940 67 94 jungbluth@esu-services.ch www.esu-services.ch
Auftraggeber	WWF Schweiz
Über uns	ESU-services GmbH wurde im Jahre 1998 gegründet. Die Hauptaktivitäten der Firma sind Beratung, Forschung, Review und Ausbildung im Bereich Ökobilanzen. Fairness, Unabhängigkeit und Transparenz sind wesentliche Merkmale unserer Beratungsphilosophie. Wir arbeiten sachbezogen und führen unsere Analysen unvoreingenommen durch. Wir dokumentieren unsere Studien und Arbeiten transparent und nachvollziehbar. Wir bieten eine faire und kompetente Beratung an, die es den Auftraggebern ermöglicht, ihre Umweltperformance zu kontrollieren und kontinuierlich zu verbessern. Zu unseren Kunden zählen verschiedene nationale und internationale Firmen, Verbände und Verwaltungen. In einigen Bereichen wie Entwicklung und Betrieb webbasierter Ökobilanz-Datenbanken oder Umweltauswirkungen von Nahrungsmitteln und Konsummustern konnte unser Team Pionierarbeit leisten.
Urheberrecht	Soweit nicht anders vermerkt bzw. direkt vereinbart sind sämtliche Inhalte in diesem Bericht urheberrechtlich geschützt. Das Kopieren oder Verbreiten des Berichts als Ganzes oder in Auszügen, unverändert oder in veränderter Form ist nicht gestattet und Bedarf der ausdrücklichen Zustimmung von ESU-services GmbH oder des Auftraggebers. Der Bericht wird auf der Website www.esu-services.ch und/oder derjenigen des Auftraggebers zum Download bereitgestellt. Es ist nicht gestattet, den Bericht oder Teile davon auf anderen Websites bereitzustellen. In veränderter Form bedarf die Weiterverbreitung der Inhalte der ausdrücklichen Genehmigung durch ESU-services GmbH. Zitate, welche sich auf diesen Bericht oder Aussagen der Autoren beziehen, sollen den Autoren vorgängig zur Verifizierung vorgelegt werden.
Haftungsausschluss	Die Informationen und Schlussfolgerungen in diesem Bericht wurden auf Grundlage von als verlässlich eingeschätzten Quellen erhoben. ESU-services GmbH und die Autoren geben keine Garantie bezüglich Eignung, oder Vollständigkeit der im Bericht dargestellten Informationen. ESU-services GmbH und die Autoren lehnen jede rechtliche Haftung für jede Art von direkten, indirekten, zufälligen oder Folge-Schäden oder welche Schäden auch immer, ausdrücklich ab.
Inhaltliche Verantwortung	Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren und Autorinnen dieses Berichts verantwortlich.
Version	jungbluth-2015-Ernährungsstile-WWF-v2.0.docx, 09.11.2015 14:40:00

Inhalt

1	EINFÜHRUNG	1
1.1	Ausgangslage und Hintergrund.....	1
1.2	Ansatzpunkte für die Bilanz von Ernährungsstilen.....	1
2	ZIELDEFINITION	3
2.1	Systemgrenzen.....	3
2.1.1	Produktionsweise	3
2.1.2	Herstellungsort	3
2.1.3	Heimtransport.....	3
2.1.4	Zubereitung im Haushalt oder Restaurant	3
2.1.5	Nahrungsmittelabfälle	3
2.1.6	Funktionelle Einheit	3
2.1.7	Bewertungsmethode für Umweltbelastungen	4
2.2	Hinweis bezüglich ISO-Konformität der Studie	4
3	DATENERHEBUNG	4
3.1	Bilanz der untersuchten Ernährungsstile.....	4
3.2	ESU Data-on-Demand.....	7
4	AUSWERTUNG UND INTERPRETATION	7
4.1	Zusammenstellung der Umwelt-Kennwerte	7
4.2	Umweltbelastung der Ernährungsstile und Aufteilung auf Lebensmittelgruppen.....	9
4.3	Umweltbelastung der Ernährungsstile und Aufteilung auf Wirkungskategorien	11
4.4	Treibhausgasbilanz per Ernährungsstil und Lebensmittelgruppe	13
4.5	Vergleich mit Literaturwerten.....	15
5	DISKUSSION	17
5.1	Gesundheitsaspekte.....	17
5.2	Reduktionspotenziale	17
5.3	Ausblick	17
6	LITERATUR	17
7	ANHANG BEWERTUNGSMETHODEN	21
7.1	Klimaänderungspotential.....	21
7.2	Methode der ökologischen Knappheit	22

1 Einführung

1.1 Ausgangslage und Hintergrund

In der Schweiz steigt die Zahl der Menschen, die weniger Fleisch und tierische Produkte essen. Doch noch immer ist Fleisch begehrt. Schaut man sich die Statistik an, so assen Schweizer Bewohner im Jahr 2014 52,4 Kilo pro Kopf (Quelle: Proviande). 1950 lag dieser Wert noch bei knapp über 30 Kilo. Der WWF wollte wissen, wie sich unterschiedliche Ernährungsstile - von vegan über vegetarisch bis zu karnivor - auf die Umwelt auswirken und gab bei ESU-services die vorliegende Studie in Auftrag.

Darin sollen sieben verschiedene Ernährungsstile in der Schweiz bezüglich Treibhausgasbilanz und Umweltbelastungen verglichen werden.

Die wichtigsten Merkmale der Ernährungsstile wurden durch ESU-services und den WWF definiert. Dann werden die Umweltbelastungen ausgewertet und in diesem Kurzbericht dokumentiert.

1.2 Ansatzpunkte für die Bilanz von Ernährungsstilen

Für die Bilanzierung der Umweltbelastungen durch die Ernährung gibt es verschiedene Ansatzpunkte zur Bestimmung der Basisdaten für die Menge der verwendeten Lebensmittel. Unten sind die möglichen Ansatzpunkte beschrieben.

- **Input-Output-Analyse** der Gesamtwirtschaft mit Daten zu den Gesamtausgaben der Haushalte aus der Haushaltsbudgeterhebung (Jungbluth et al. 2011). Sehr grobe Erfassung auf Grundlage von wirtschaftlichen Gesamtrechnungen. Keine Differenzierung z.B. hinsichtlich Produktgruppen möglich. Theoretische, aber eine vollständige Erfassung (mit grosser Unschärfe).
- **Marktverfügbarkeit** von Produkten mit Gewichtsangaben (Schweizerischer Bauernverband 2013). Die Marktverfügbarkeit wird dort auf Grundlage von Produktionsstatistiken und Aussenhandelsstatistik berechnet. Dabei ist der gesamte Foodwaste innerhalb der Schweiz erfasst. Es kann aber nur sehr grob abgeschätzt werden, wie die Produkte verarbeitet und transportiert werden, da nur die Rohprodukte erfasst werden, z.B. Getreide. Einige Angaben z.B. zu Getränken müssen mit weiteren statistischen Angaben ergänzt werden. Selbst produzierte Lebensmittel sind nicht enthalten.
- Neben den Angaben vom Schweizer Bauernverband stehen für die Schweiz auch Daten (food balance sheets) von FAOSTAT¹ zur **Marktverfügbarkeit** von Produkten mit Gewichtsangaben zur Verfügung. Die Abweichungen zur Statistik des Bauernverbandes sind teilweise recht gross, da es unterschiedliche Systemgrenzen gibt (z.B. Fleisch/Fisch mit bzw. ohne Knochen, Früchte als Saft oder Rohprodukt, Milch als Rohmilch oder verarbeitetes Produkt).
- **Haushaltsbudgeterhebung** für einzelne Produkte (BfS 2012). Erfasst werden hier Angaben zu den eingekauften Produkten in CHF und teilweise die Mengen in kg auf Grundlage einer Stichprobenerhebung bei Schweizer Haushalten. Abfälle bis zum Supermarkt müssen abgeschätzt werden um ein vollständiges Bild zu erhalten. Teilweise gibt es Angaben zum Verarbeitungsgrad, z.B. Brot, Teigwaren. Ein Teil der Ausgaben erfolgt für Restaurants. Dabei ist nicht bekannt welche Lebensmittel dort konsumiert wurden. Nicht erfasst werden

¹ <http://faostat3.fao.org/download/FB/FBS/E>, Daten für 2011, Download im Oktober 2015.

dabei auch die Eigenproduktion und geschenkte Lebensmittel (z.B. Weihnachtessen auf Geschäftskosten).

- Ernährungsprotokolle mit direkter Erfassung der gegessenen Lebensmittel (Publikation für die Schweiz in Vorbereitung).² Dabei werden im Prinzip auch selber produzierte Lebensmittel und geschenkte Lebensmittel berücksichtigt.
- Szenarien zur Versorgung mit Nährstoffen mit Gewichtsangaben (z.B. Brunner & Casetti 2014 oder SGE 2014). Die Szenarien basieren auf Ernährungsempfehlungen und einer Auswertung der in Nahrungsmitteln enthaltenen Nährstoffe. Dies entspricht einer Minimalmenge, da die Verluste bis zum Konsumenten nicht enthalten sind. Ausserdem fehlen häufig Luxusprodukte wie z.B. Schokolade in solchen Aufstellungen.

Fig. 1.1 zeigt eine Gegenüberstellung der Ökobilanz-Ergebnisse für verschiedene Bilanzierungsansätze unter Verwendung von Ökobilanz-Daten aus der ESU-Datenbank. Die Analysen auf Grundlage von Szenarien (die drei Säulen ganz rechts in der Grafik) führen zu einer Unterschätzung der Umweltbelastungen da Verluste im Lebensweg nicht vollständig eingerechnet sind. Die Gesamtbilanz auf Grundlage der Input-Output-Analyse (Mitte) führt zu den höchsten Resultaten, da hier alle Verarbeitungs- und Transportprozesse erfasst werden. Am zweit höchsten sind die Abschätzungen auf Grundlage der Marktverfügbarkeit (SBV-Daten, die drei Säulen ganz links). Beim Haushaltsbudget gibt es eventuell Abweichungen durch die kleine Stichprobe. Ausserdem werden „geschenkte“ Nahrungsmittel (z.B. Geschäftsessen) nicht erfasst.

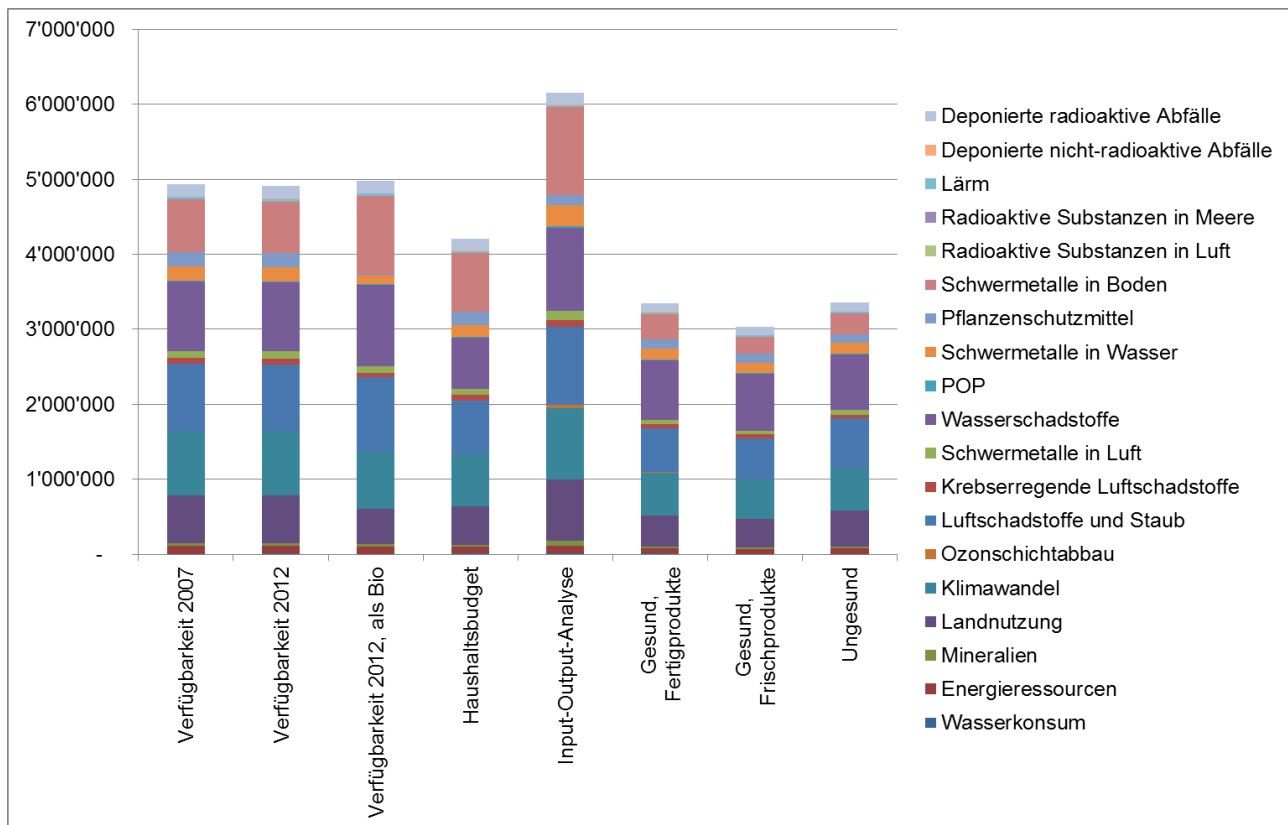


Fig. 1.1 Umweltbelastung (Methode der ökologischen Knappheit 2013) der Schweizer Ernährung (UBP 2013 pro Jahr und Person). Gegenüberstellung verschiedener Bilanzierungsansätze

² Persönliche Mitteilung von Murielle Bochud, CHUV, centre hospitalier universitaire vaudois im Oktober 2015

2 Zieldefinition

In dieser Kurzstudie werden sieben Ernährungsstile in der Schweiz bezüglich Treibhausgasbilanz und Umweltbelastungen verglichen. Gesundheitsaspekte werden in dieser Studie nicht weiter vertieft.

2.1 Systemgrenzen

Für die Untersuchung werden folgende Systemgrenzen festgelegt.

2.1.1 Produktionsweise

Soweit Daten vorhanden sind, werden konventionell produzierte Produkte untersucht und verglichen. Bei Gemüse und Früchten wird abgeschätzt, welcher Anteil im Gewächshaus produziert wurde. Eine Berücksichtigung von biologisch produzierten Nahrungsmitteln erfolgt im Rahmen dieser Studie nicht.

2.1.2 Herstellungsort

Soweit möglich, wird die durchschnittliche Herkunft von in der Schweiz angebotenen Produkten untersucht. Transporte vom Herstellungsort zum Verkaufsort werden soweit möglich mit durchschnittlichen Angaben abgeschätzt.

2.1.3 Heimtransport

Der Heimtransport wird nicht berücksichtigt.

2.1.4 Zubereitung im Haushalt oder Restaurant

Die Zubereitung im Haushalt (kochen, kühlen, etc.) wird nicht einbezogen.

2.1.5 Nahrungsmittelabfälle

Abfälle in der Landwirtschaft werden grob für einzelne Produktgruppen abgeschätzt und die nachgefragte Menge entsprechend erhöht (Schweizerischer Bauernverband 2013) um eine vollständige Bilanz ab Feld zu erreichen. Alle anderen weggeworfenen Lebensmittel sind bereits auf Grundlage der Erfassungssystematik mit einbezogen. Die Entsorgung nicht konsumierter Lebensmittel kann nicht erfasst werden. Im Szenario FOODprints® wird von minimalen Abfällen über den Lebensweg ausgegangen.

2.1.6 Funktionelle Einheit

Dargestellt werden Umweltbelastungen pro Jahr und Person für die zum Konsum auf den Markt gebrachte Lebensmittelmenge. Dabei werden die Gesamtbelastungen auf alle Einwohner der Schweiz gleichmässig verteilt, unabhängig von deren Alter oder Geschlecht. Die untersuchten Ernährungsstile unterscheiden sich dabei hinsichtlich Anteil und Menge verschiedener Produktgruppen. Hauptaspekt ist die Untersuchung der Veränderungen bei verschiedenen Eiweisslieferanten.

Die Ernährungsstile sind hinsichtlich Nahrungsmittelmenge, Kalorienzufuhr, Zufuhr von Nährstoffen und Anteil von gesundheitsschädlichen Produkten dabei nicht vollständig gleichwertig. Ziel der Studie ist es die Gesamtumweltbelastung durch die Bereitstellung von Lebensmitteln für typische Ernährungsweisen abzubilden und zu vergleichen.

2.1.7 Bewertungsmethode für Umweltbelastungen

Die Wirkungsabschätzung und Auswertung der Daten erfolgt mit der aktuellen Version der Software SimaPro 8 (PRé Consultants 2015). Für die Bewertung der Umweltbelastungen werden die Gesamtumweltbelastungen (bewertet mit der Methode der ökologischen Knappheit 2013 (Frischknecht et al. 2013)) und ausgedrückt als Umweltbelastungspunkte ausgewiesen. Ausserdem werden die Treibhausgasemissionen (inkl. RFI Faktor, Zeitspanne 100 Jahre) ausgewertet (IPCC 2013; Jungbluth 2013). Die Methoden werden im Kapitel 7 weiter erläutert.

2.2 Hinweis bezüglich ISO-Konformität der Studie

Bei der vergleichenden Ökobilanz-Studie handelt es sich um eine Bilanz, welche die Anforderungen der ISO-Normen 14040ff an eine vollständige Ökobilanz nur teilweise erfüllt.

In dieser ISO-Norm gelten besondere Anforderungen für Studien, die verschiedene Produkte vergleichen und veröffentlicht werden sollen. Wir weisen hier darauf hin, dass in solchen Fällen die Vorgaben der ISO-Normen 14040ff für Ökobilanzen nur erfüllt werden, wenn eine externe kritische Prüfung der Gesamtstudie durchgeführt wird. Drei Sachverständige müssen vom Auftraggeber separat beauftragt werden. Die Auswahl der Sachverständigen wird gemeinsam zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber abgesprochen. Hierbei ist anzustreben, dass die Sachverständigen sowohl über Fachwissen zum Herstellungsprozess, als auch über Erfahrung in der Erstellung und Beurteilung von Ökobilanzen haben. In der Regel werden die Ergebnisse der kritischen Prüfung in einem mehrseitigen Bericht festgehalten und zusammen mit den Ökobilanzergebnissen veröffentlicht.

Die Aggregation verschiedener Arten von Umweltbelastungen, wie sie z.B. mit der Methode der ökologischen Knappheit durchgeführt wird, ist nicht konform mit der oben genannten ISO Norm. Falls eine vollständige Erfüllung der ISO-Norm angestrebt wird, müssten die Umweltbelastungen für alle relevanten Umweltwirkungen (z.B. Landnutzung, Wasserverbrauch, Energiebedarf, Treibhausgasemissionen, etc.) getrennt aufgezeigt werden, z.B. gemäss der Empfehlungen der europäischen ILCD.

Aus diesen Gründen darf im Zusammenhang mit diesem Auftrag nicht von einer vollständigen Ökobilanz gemäss ISO 14040ff gesprochen werden. Es wäre möglich, die vergleichende Ökobilanz einer kritischen Prüfung zu unterziehen.

3 Datenerhebung

3.1 Bilanz der untersuchten Ernährungsstile

Ausgangspunkt für die Bilanz ist die Menge der im Jahr 2012 für den Schweizer Markt produzierten Nahrungsmittel und Getränke (Schweizerischer Bauernverband 2013). Diese wurde um einige weitere statistische Zahlen, zum Beispiel für Getränke, ergänzt. Nicht eingerechnet ist der Salzverbrauch. Damit kann die durchschnittliche Umweltbelastung pro Jahr und Person berechnet werden. Dieses Szenario entspricht dem von WWF vorgeschlagenen Schweizer Durchschnitt mit wöchentlich 1 kg Fleisch, 21 Portionen Milchprodukte und 3 bis 4 Eiern.

Die Menge der bilanzierten Lebensmittel ist dabei deutlich höher als die tatsächlich konsumierte Menge, da bis zum Verzehr der Lebensmittel noch verschiedene Verluste auftreten. Die Abfälle in der landwirtschaftlichen Produktion werden in dieser Studie anhand Schweizerischer Bauernverband (2013) miteinbezogen.

Aufbauend auf dem Schweizer Durchschnitt 2012 zur Nahrungsmittelverfügbarkeit werden 6 Szenarien für Ernährungsstile untersucht. Die Bezeichnung der Ernährungsstile erfolgt

entsprechend den Vorgaben des WWF. Bei diesen Vorgaben wird in erster Linie die Menge und Art der aufgenommenen Proteine variiert:

- Veganer (keinerlei tierische Produkte)
- Ovo-Lacto-Vegetarier (Nur pflanzliche Nahrungsmittel, Eier, Honig und Milchprodukte)
- Ovo-Lacto-Pescetarier (Nur pflanzliche Nahrungsmittel, Eier, Honig, Milchprodukte und Fisch)
- Flexitarier: Gemässiger Fleischkonsum, Milch und Eier-Esser (300g Fleisch/Woche, 1-2 Portionen Milchprodukte pro Tag, 3-4 Eier pro Woche)
- Protein-Junkie: 10 Eier pro Woche, 1.5kg Fleisch, 4 Portionen Milchprodukte pro Tag, 35 Gramm Molkeproteinpulver pro Tag
- Fleischvernichter: 2kg Fleisch pro Woche, 6 Eier

Für die Abschätzung der produzierten Lebensmittel per Ernährungsstil werden verschiedene Studien zu Ernährungsempfehlungen und Ernährungsstilen herangezogen (FAOSTAT 2013; Leitzmann 2014; Meier & Christen 2013; Schweizerischer Bauernverband 2013; SGE 2014; Taylor 2000; USDA & USDH 2010; van Dooren et al. 2014). Zudem gelten die oben genannten, durch den WWF vorgegebenen Angaben bezüglich Milchprodukte- und Fleischkonsum. Einzelne Einflussfaktoren, wie zum Beispiel der Alkohol- oder Mineralwasserkonsum, werden gegenüber dem Schweizer Durchschnitt nicht verändert. Tab. 3.1 zeigt die wichtigsten Annahmen.

Als achttes Szenario wird ergänzend ein Ernährungsstil ausgewertet, der auf der Schweizer Lebensmittelpyramide (SGE 2011) und den Empfehlungen zum nachhaltigen Essen und Trinken (FOODprints®, SGE 2014) basiert. Hierzu wurde ein Szenario in Zusammenarbeit mit Angelika Hayer von der Schweizerischen Gesellschaft für Ernährung (SGE) entwickelt. Dieses Szenario stützt sich auf die empfohlene aufgenommene Menge und bezieht damit den über den Lebensweg entstandenen Food Waste nicht mit ein (mit Ausnahme der Verluste in der landwirtschaftlichen Produktion). Dementsprechend fällt auch der jährliche Lebensmittelverbrauch und die tägliche Kalorienzufuhr deutlich tiefer aus (siehe Tab. 3.1). Bei diesem Szenario werden ferner keine Flugtransporte und keine Produkte aus dem beheizten Gewächshaus konsumiert. Ungesunde Lebensmittel wie Alkohol oder Süssigkeiten sind deutlich reduziert. Statt Mineralwasser wird Hahnenwasser getrunken.

Tab. 3.1 Marktverfügbarkeit bzw. Abschätzungen gemäss Vorgaben zur Produktion von Lebensmitteln pro Ernährungsstil und Lebensmittelgruppe (Einheit kg/Jahr; unterste Zeile kcal/Tag). FOODprints® gehen von der konsumierten Menge aus.

Lebensmittelgruppe		Durchschnitt 2012	Veganer	Ovo-lacto-Vegetarier	Ovo-lacto-Pescetarier	Flexitarier	Protein-Junkie	Fleischvernichter	FOODprints®
Gemüse	kg	107	200	133	133	120	53	53	131
Früchte	kg	61	76	76	76	68	30	30	75
Getreideprodukte	kg	171	171	171	171	171	171	171	111
Eier und Honig	kg	13	0	16	16	12	33	20	9
Milch, Milchprodukte	kg	144	0	144	144	144	203	144	155
Fleisch	kg	50	0	-	0	16	78	104	13
Fisch	kg	8	0	-	14	4	8	8	3
Fleischersatz & Sojamilch	kg	0	159	16	14	8	-	0	11
Fette und Öle	kg	30	30	30	30	30	30	30	11
Hülsenfrüchte	kg	1	8	4	4	3	1	0	5
Nüsse	kg	4	13	13	11	8	4	2	9
Nicht-alkoholische Getränke, ohne Hahnenwasser	kg	215	215	215	215	215	215	215	34
Alkoholische Getränke	kg	94	94	94	94	94	94	94	31
Total (ohne Getränke)	kg	587	657	602	612	582	610	562	533
Kalorien, berechnet (ohne Getränke)	kcal/d	3227	2'980	3'288	3'285	3'202	3'538	3'292	2'571

Die Definition der oben gezeigten Lebensmittelgruppen wird in Tab. 3.2 näher erläutert.

Tab. 3.2 Definition der Lebensmittelgruppen für diese Studie

Lebensmittelgruppe in Tab. 3.1	Lebensmittel	Zuordnung in Kapitel 4
Gemüse	Diverse Gemüsesorten, Champignons, Gewürze	Gemüse & Früchte
Früchte	Diverse Früchtesorten	Gemüse & Früchte
Getreideprodukte	Brot, Mehl, Getreide, Reis, Kartoffeln, Zucker, Kekse	Getreideprodukte
Eier und Honig	Eier, Honig	Tierische Produkte
Milch, Milchprodukte	Milch, Käse, Joghurt, Rahm, Molkeeiweiss-Pulver	Tierische Produkte
Fleisch	Diverse Fleischsorten wie Rind, Kalb, Schwein, Geflügel	Fleisch & Fisch
Fisch	Fisch, Weichtiere, Krustentiere	Fleisch & Fisch
Fleischersatz und Sojamilch	Tofu, Quorn, Sojamilch	Pflanzliche Eiweisse
Fette & Öle	Diverse Pflanzenöle, Margarine, Butter, Schokolade	Fette & Öle
Hülsenfrüchte	Hülsenfrüchte, z.B. Linsen	Pflanzliche Eiweisse
Nüsse	Nüsse, z.B. Mandeln	Pflanzliche Eiweisse
Nicht alkoholische Getränke, ohne Hahnenwasser	Kaffee, Tee, Fruchtsäfte, Soda, Mineralwasser	Getränke
	Hahnenwasser	Getränke
Alkoholische Getränke	Bier, Wein, Spirituosen	Getränke

Die durchschnittlich auf dem Markt verfügbare Lebensmittelmenge wird mit 600 kg pro Jahr und Person (ohne Getränke) bilanziert. Diese Menge ist deutlich höher als die tatsächlich konsumierte Menge da es im Lebensweg bis zur Aufnahme durch die Verbraucher verschiedene Verluste gibt. Die Ernährungsstile beziehen dann unterschiedliche Mengen an Lebensmitteln mit ein. Folgende Annahmen wurden dafür getroffen.

Ausgehend vom Durchschnitt-2012-Szenario, und als Ersatz für den Verzicht auf Fleisch und Fisch, wurde beim Ovo-lacto-Vegetarier und Veganer die Menge an Fleischersatzprodukten, Hülsenfrüchten und Nüssen erhöht. Die Umrechnungen entsprechen dabei den Umrechnungsfaktoren für „traditionelle“ Vegetarier und Veganer, wie sie in van Dooren et al. (2014) genannt werden. Damit ist eine ausreichende Proteinversorgung gesichert.

Beim veganen Ernährungsstil wurde die Menge an Gemüse gegenüber dem entsprechenden Wert beim ovo-lacto-vegetarischen Szenario mit 1.5 multipliziert. Die Menge an Früchten wurde hingegen beibehalten. Diese Abschätzungen orientieren sich an den Ernährungsempfehlungen für den veganen Ernährungsstil, wie sie in van Dooren et al. (2014, Faktor 2) und USDA & USHD 2010, keine Erhöhung) aufgeführt sind. Die beim Durchschnittswert 2012 genannte Menge an Milch und Milchprodukten wurde durch Sojamilch ersetzt (vgl. van Dooren et al. 2014).

Beim ovo-lacto-vegetarischen Szenario wurden die Mengen an Gemüse und Früchten gegenüber dem Durchschnitt um 25 % erhöht (Mittelwert zwischen Vegan und Durchschnitt).

Das Flexitarier-Szenario wird als Mittelwert der durchschnittlichen Nahrungsmittelbereitstellung von 2012 und dem Szenario des Ovo-lacto-Vegetariers berechnet.

Bei den Szenarien Protein-Junkie und Fleischvernichter wurde die Menge tierischer Produkte (Eier und Honig), Milchprodukte und Fleisch auf die vom WWF vorgegebenen Werte erhöht. Im Gegensatz dazu wurde bei beiden Ernährungsstilen die Menge Gemüse und Früchte gegenüber dem Durchschnittswert 2012 halbiert da wir von einer geringeren Menge an Gemüse als Kompensation für die höhere Menge an Fleisch respektive Milchprodukte ausgehen.

Die Menge Getreideprodukte wird bei allen Ernährungsstilen gleichgesetzt, ebenso jener für Öle und Fette. Alkoholische und nicht-alkoholische Getränke werden ebenfalls für alle Ernährungsstile

gleichermaßen angenommen (Ausnahme FOODprints®). Das Hahnenwasser wird bei dieser Angabe nicht eingerechnet, ist aber in den Ökobilanzberechnungen enthalten.

Die Modellierung der Sachbilanz erfolgt gemäss der in Tab. 3.1 gezeigten Daten. Für die Ökobilanz werden dann detailliertere Daten mit einer Aufteilung der Produktgruppen auf einzelne Produkte (z.B. Aufteilung der Fleischmenge auf Rind, Schwein und Geflügel) modelliert. Dabei wird mit aktuellen Daten der ecoinvent Datenbank (ecoinvent Centre 2010; LC-inventories 2015) bzw. Daten der ESU-Datenbank (ESU 2015; Jungbluth et al. 2015a, vgl. Kapitel 3.2) gerechnet. Die vollständigen Annahmen werden dem Auftraggeber als Ausdruck einer Excel-Datei zur Verfügung gestellt.

3.2 ESU Data-on-Demand

Eine wichtige Datengrundlage für dieses Projekt ist die ESU Datenbank für Nahrungsmittelproduktion und Konsum. Diese basiert auf Grundlagenarbeiten von Niels Jungbluth. Die ersten Bilanzen wurden 1995 erstellt (Jungbluth 1995). Mit der Dissertation von Niels Jungbluth wurden erstmals vollständige Ökobilanzen für den Fleisch- und Gemüsekonsum in der Schweiz erarbeitet (Jungbluth 2000). Seit dem Jahr 2000 wurden diese Daten in zahlreichen Projekten kontinuierlich aufdatiert und ergänzt. Heute sind über 2'500 Datensätze für alle Arten von Nahrungsmitteln verfügbar (z.B. Buchspies et al. 2011; Büsser & Jungbluth 2008a, b; Büsser et al. 2008; Büsser & Jungbluth 2009a, b, c, d, e, 2011; Doublet & Jungbluth 2010, 2013; Doublet et al. 2013a, b; Flury & Jungbluth 2012; Flury et al. 2013; Jungbluth & Faist Emmenegger 2005; Jungbluth & Büsser 2008; Jungbluth et al. 2013a; Jungbluth et al. 2013b; Jungbluth et al. 2015b; Leuenberger & Jungbluth 2009; Leuenberger et al. 2010; Muñoz et al. 2014; Stucki et al. 2012).

Die Daten werden von ESU-services im Rahmen des Angebotes „Data-on-Demand“ (siehe www.esu-services.ch/data/data-on-demand/) verkauft.

4 Auswertung und Interpretation

4.1 Zusammenstellung der Umwelt-Kennwerte

Tab. 4.1 zeigt eine Übersicht zu den Umweltbelastungen, aufgeteilt nach Ernährungsstil und Lebensmittelgruppe. Der vegane Ernährungsstil weist neben dem FOODprints®-Szenario die niedrigste Anzahl Umweltbelastungspunkte auf. Die grösste Umweltbelastung erreicht der Ernährungsstil „Fleischvernichter“, der durch einen hohen Fleischkonsum gekennzeichnet ist. Er verursacht etwas die doppelte Anzahl an Umweltbelastungspunkten gegenüber dem veganen Ernährungsstil.

Tab. 4.2 zeigt die Treibhausgasemissionen pro Ernährungsstil und Lebensmittelgruppe in kg CO₂-eq pro Jahr. Dabei sind dieselben Feststellungen wie zu Tab. 4.1 erkennbar. Die Treibhausgasbelastung ist beim veganen Ernährungsstil am geringsten (neben dem FOODprints®-Szenario). Die grösste Treibhausgasbelastung wird durch die Ernährungsstile „Protein-Junkie“ und „Fleischvernichter“ verursacht.

Tab. 4.1 Umweltbelastungspunkte 2013 der Ernährungsstile pro Person und Jahr

UBP2013/a	Durchschnitt 2012	Veganer	Ovo-Lacto-Vegetarier	Ovo-Lacto-Pescetarier	Flexitarier	Protein-Junkie	Fleischvernichter	FOODprints
Gemüse & Früchte	268'521	437'158	335'645	335'645	302'088	134'260	134'260	268'764
Fleisch & Fisch	1'432'860	0	0	116'352	456'975	2'187'984	2'895'722	388'618
Getreideprodukte	397'667	397'667	397'667	397'667	397'667	397'667	397'667	313'206
Tierische Produkte	817'568	0	856'025	850'706	803'749	1'540'995	895'917	605'495
Pflanzliche Eiweisse	30'134	354'137	216'679	190'993	123'406	27'689	12'827	162'591
Fette & Öle	478'704	459'306	478'704	478'704	478'704	478'704	478'704	146'284
Getränke	1'033'981	1'033'981	1'033'981	1'033'981	1'033'981	1'033'981	1'033'981	459'020
Transport, Vertrieb, Verpackung	403'724	442'196	379'278	382'594	377'857	362'404	394'389	291'492
Summe	4'863'160	3'124'446	3'697'980	3'786'643	3'974'428	6'163'685	6'241'151	2'628'038

Tab. 4.2 Treibhausgasemissionen pro Ernährungsstil (kg CO₂-eq pro Person und Jahr)

kg CO ₂ -eq/a	Durchschnitt 2012	Veganer	Ovo-Lacto-Vegetarier	Ovo-Lacto-Pescetarier	Flexitarier	Protein-Junkie	Fleischvernichter	FOODprints
Gemüse & Früchte	106	191	133	133	119	53	53	60
Fleisch & Fisch	549	0	0	70	178	831	1'096	153
Getreideprodukte	123	123	123	123	123	123	123	85
Tierische Produkte	407	0	415	414	403	727	423	307
Pflanzliche Eiweisse	9	154	79	69	44	8	4	58
Fette & Öle	95	74	95	95	95	95	95	32
Getränke	234	234	234	234	234	234	234	102
Transport, Vertrieb, Verpackung	313	349	302	305	299	279	298	194
Summe	1'837	1'124	1'380	1'442	1'495	2'350	2'324	982

4.2 Umweltbelastung der Ernährungsstile und Aufteilung auf Lebensmittelgruppen

Fig. 4.1 zeigt die Umweltbelastung pro Ernährungsstil und Lebensmittelgruppe und veranschaulicht damit Tab. 4.1. Es wird deutlich, dass die Kategorie „Fleisch & Fisch“ bei der durchschnittlichen Ernährung einen hohen Anteil an den Umweltbelastungen hat. Der unterschiedliche Verbrauch dieser Produktgruppe begründet damit auch den Unterschied zwischen den verschiedenen Ernährungsstilen betreffend deren Umweltbelastungen. Auch die Menge der nachgefragten Eier und Milchprodukte verursachen einen relevanten Unterschied. Die Umweltbelastung der pflanzlichen Eiweisse fällt demgegenüber geringer aus.

Die absolute Umweltbelastung durch pflanzliche Eiweisse ist auch beim veganen Ernährungsstil gering. Dies ist insofern bedeutend, weil die einberechneten pflanzlichen Eiweisse die gesamte tierischen Proteine ersetzen, die in den übrigen Szenarien durch „Fleisch & Fisch“ und „Eier & Milchprodukte“ aufgenommen werden.

Die durch den Konsum von „Früchte & Gemüse“ verursachte Umweltbelastung macht bei den meisten Szenarien nur einen Anteil im einstelligen Prozentbereich aus. Am höchsten fällt der Anteil von „Früchte & Gemüse“ beim veganen Ernährungsstil aus. Dies ist damit zu begründen, dass die entsprechende Nahrungsmittelmenge, im Vergleich zum Durchschnitts-Szenario 2012, höher geschätzt wurde. In absoluten Zahlen verursacht die Kategorie „Früchte & Gemüse“ hingegen, verglichen mit den übrigen Lebensmittelgruppen, auch beim Veganer nur geringe Umweltbelastungen.

Für alle Szenarien wurde die gleiche Menge an Getränken bilanziert (ausser FOODprints®-Szenario). Diese Kategorie begründet deswegen keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Szenarien. Mit 1 Million Umweltbelastungspunkten 2013 pro Person und Jahr und einem durchschnittlichen Anteil von einem Viertel an der Gesamtumweltbelastung ist der Getränkekonsum (insbesondere Wein und Kaffee) aber dennoch von Bedeutung.

Getreideprodukte spielen sowohl hinsichtlich ihrer absoluten Menge Umweltbelastungspunkte, als auch in Bezug auf ihren relativen Anteil an der Gesamtumweltbelastung bei allen Szenarien eine untergeordnete Rolle. Die bilanzierte Menge ist, mit Ausnahme des FOODprints®-Szenarios, für alle Ernährungsstile gleich hoch. Gleiches gilt auch für die Kategorien „Fette & Öle“ und „Transport, Vertrieb, Verpackung“.

Mit dem Szenario „FOODprints®“ wird aufgezeigt, dass es neben dem Umstieg von tierischen auf pflanzliche Eiweisse weitere Verbesserungsmöglichkeiten gibt. Ins Gewicht fallen insbesondere die Empfehlungen zu einem angemessenen Alkoholkonsum. Auch Süßes, Fette und Öle werden bei dieser Empfehlung deutlich weniger verzehrt als im nationalen Durchschnitt. Die 20% mehr Obst und Gemüse, welche im FOODprints®-Szenario konsumiert werden, fallen dabei nicht ins Gewicht da angenommen wird, dass diese saisonal produziert werden. Mit einer gesunden und nachhaltigen Ernährung und bei Vermeidung vieler Nahrungsmittelverluste könnten die Umweltbelastungen gegenüber dem heutigen Stand also fast halbiert werden.

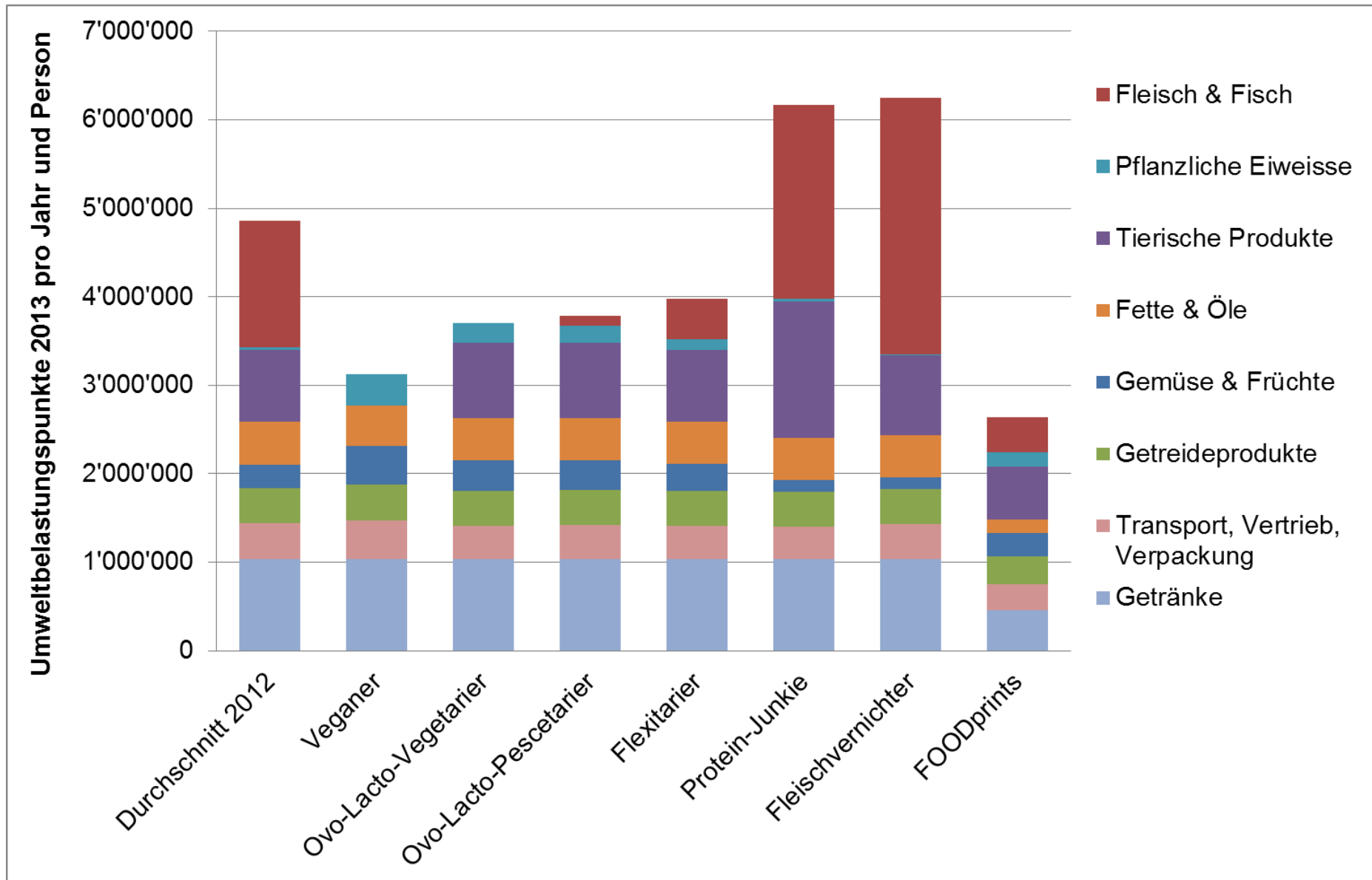


Fig. 4.1 Umweltbelastung aller Ernährungsstile, Aufteilung auf Lebensmittelgruppen (UBP 2013 pro Jahr und Person)

4.3 Umweltbelastung der Ernährungsstile und Aufteilung auf Wirkungskategorien

In Fig. 4.2 wird die Umweltbelastung der verschiedenen Ernährungsstile auf die Wirkungskategorien gemäss der Methode der ökologischen Knappheit aufgeteilt. Unterschiede zwischen den Ernährungsstilen sind vor allem bezüglich der Wirkungskategorien „Schwermetalle in Boden“ und „Luftschadstoffe und Staub“ erkennbar. Erstere ist beim veganen Ernährungsstil verhältnismässig stärker ausgeprägt. Der Grund liegt beim erhöhten Anteil von Gemüse an der gesamten Menge konsumierter Nahrungsmittel. Absolut gesehen sind die Belastungen in dieser Wirkungskategorie bei allen Szenarien etwa gleich hoch. Die beim Gemüseanbau eingesetzten Pflanzenschutzmittel sind für die Wirkungskategorie „Schwermetalle in Boden“ relevant. Im Gegensatz dazu fällt der Anteil der Wirkungskategorie „Luftschadstoffe und Staub“ beim veganen Ernährungsstil, im Vergleich zu den übrigen Ernährungsstilen, geringer aus, da hier die Reduktion besonders hoch ist. Insbesondere Ammoniakemissionen werden reduziert, da diese vor allem aus der Rindvieh- und Tierhaltung kommen. Auch bei der Landnutzung ist der Unterschied zwischen den Szenarien relativ hoch, da die Futterproduktion je nach Szenario stark ins Gewicht fällt.

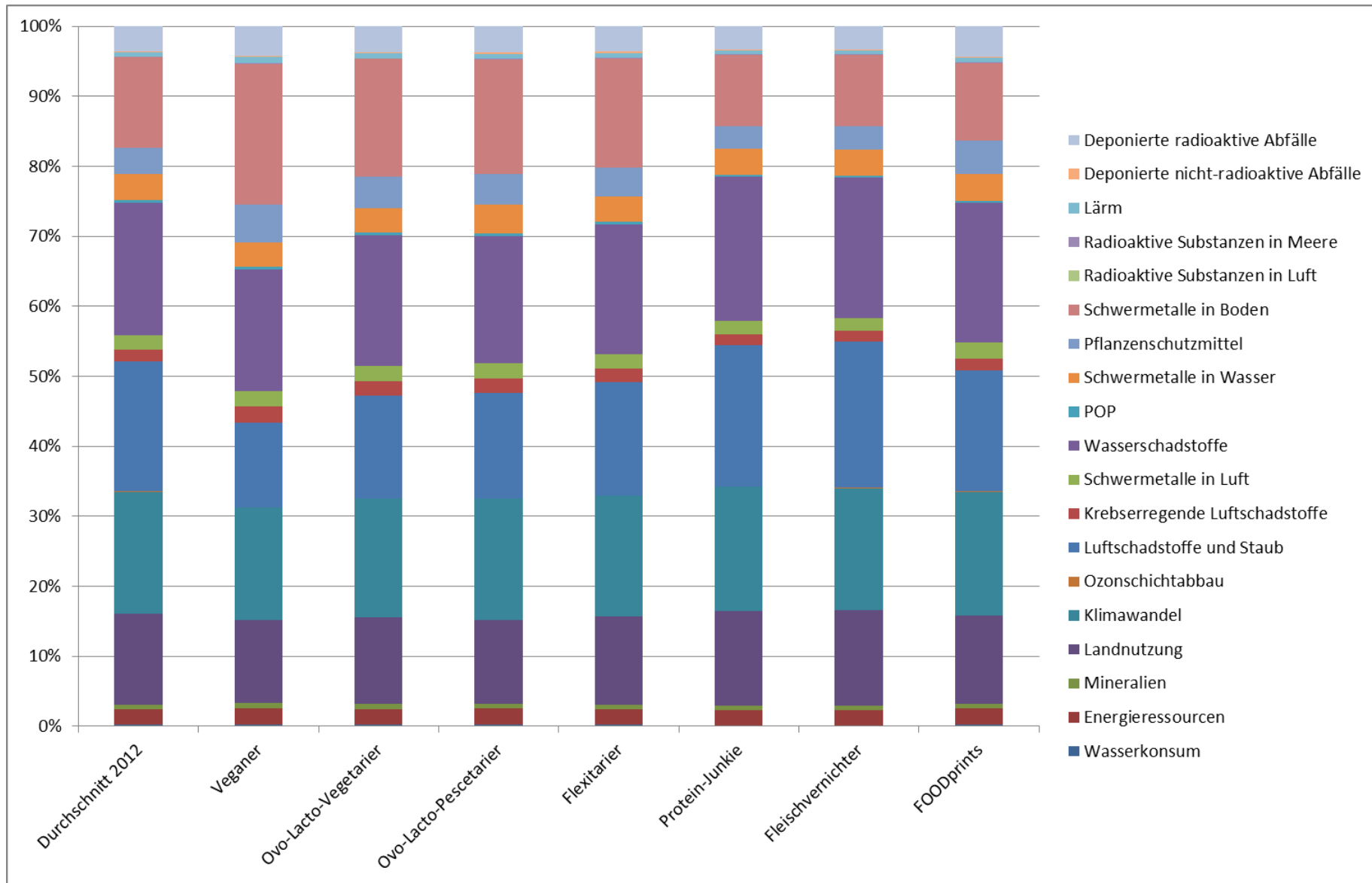


Fig. 4.2 Umweltbelastung aller Ernährungsstile, Aufteilung auf Wirkungskategorien (prozentualer Anteil)

4.4 Treibhausgasbilanz per Ernährungsstil und Lebensmittelgruppe

Fig. 4.3 zeigt die Daten für die Treibhausgasbilanz von Tab. 4.2 und vereinfacht eine Analyse per Ernährungsstil und Lebensmittelgruppe.

Es wird deutlich, dass die Kategorie „Fleisch & Fisch“ eine sehr hohe Treibhausgasbelastung verursachen kann. Sie schafft einen entscheidenden Unterschied zwischen den verschiedenen Ernährungsstilen betreffend ihrer Treibhausgasbilanz. Ebenso bedeutend hinsichtlich der Treibhausgasbilanz sind Eier und Milchprodukte. Die durch den Konsum von pflanzlichen Eiweissen bedingten Treibhausgasemissionen fallen hingegen nur gering aus.

Die absolute Menge durch pflanzliche Eiweisse verursachter Treibhausgasemissionen liegt auch beim veganen Ernährungsstil nicht höher als rund 150 kg CO₂-eq.

Die von „Früchte & Gemüse“ verursachte Treibhausgasbilanz macht bei den meisten Szenarien einen Anteil von rund 10 Prozent aus. Am höchsten fällt der Anteil von „Früchte & Gemüse“ beim veganen Ernährungsstil mit rund einem Fünftel aus. Dies ist damit zu begründen, dass die entsprechende Konsummenge im Vergleich zum Durchschnitts-Szenario 2012 höher liegt. In absoluten Zahlen verursacht die Kategorie „Früchte & Gemüse“ hingegen selbst beim veganen Ernährungsstil weniger als 200 kg CO₂-eq Treibhausgasemissionen.

Mit rund 230 kg CO₂-eq pro Person und Jahr und einem durchschnittlichen Anteil von einem Fünftel an der gesamten Treibhausgasbilanz ist der Getränkekonsum aber von Bedeutung.

Die Menge Getreideprodukte ist, mit Ausnahme des FOODprints[®]-Szenarios, ebenfalls für alle Ernährungsstile gleich hoch. Diese Lebensmittelkategorie spielt hinsichtlich ihrer absoluten Menge kg CO₂-eq, als auch ihrem relativen Anteil an der gesamten Treibhausgasbilanz, bei allen Szenarien eine untergeordnete Rolle. Gleiches gilt auch für die Kategorien „Fette & Öle“.

Die Kategorie „Transport, Vertrieb, Verpackung“ trägt durchschnittlich rund einen Fünftel an die Treibhausgasbilanz der Ernährungsstile bei. Hinsichtlich eines Vergleichs der Szenarien ist diese Kategorie jedoch wenig relevant, da ihr relativer Anteil bei allen Ernährungsstilen in etwa gleich hoch ausfällt. Sie gibt die Bedeutung dieser Prozesse nicht vollständig wieder, da bei einem Teil der Nahrungsmittel diese Prozesse direkt beim Produkt erfasst werden und somit nicht in dieser Kategorie auftauchen.

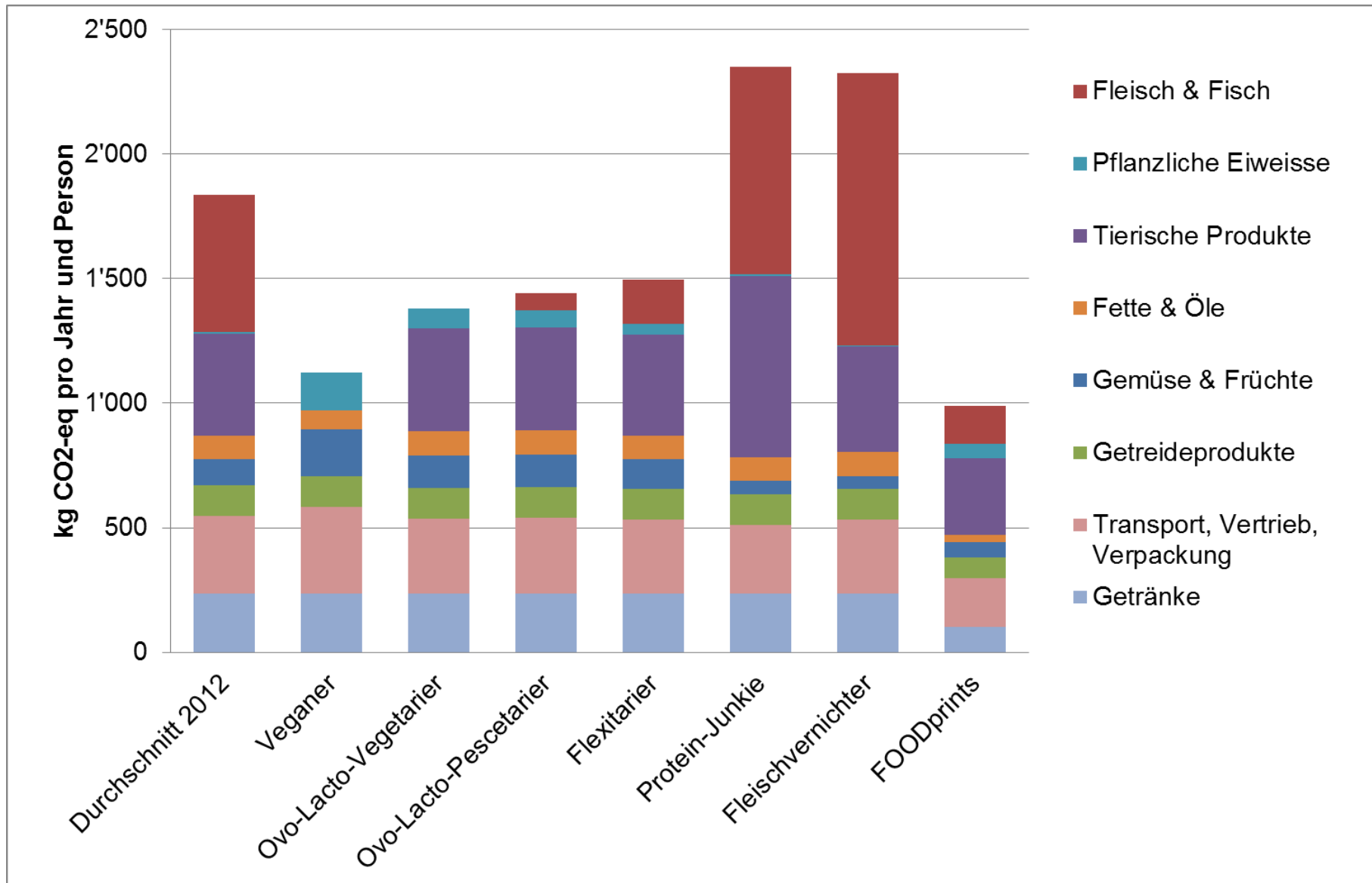


Fig. 4.3 Treibhausgasbilanz aller Ernährungsstile, Aufteilung auf Lebensmittelgruppen (kg CO2-eq pro Jahr und Person)

4.5 Vergleich mit Literaturwerten

In Tab. 4.3 werden die in dieser Studie berechneten Ergebnisse für Treibhausgasemissionen mit Literaturwerten verglichen. Vergleichswerte für die Schweiz von Dritten standen nicht zur Verfügung. Bei internationalen Studien gibt es grosse Abweichungen durch unterschiedliche Bilanzgrenzen, Annahmen, Datengrundlagen und Bewertungsmethoden.

Tab. 4.3 Vergleich der Treibhausgasemissionen mit Literaturwerten (kg CO₂-eq pro Person)

Studie	Pro Jahr	Erhebungsmethodik	Bezug
Durchschnitt			
Diese Studie	1808	Marktverfügbarkeit (SBV 2012)	Gesamtpopulation CH
van Dooren et al. 2014	~1500	<i>Dutch National Food Consumption Survey 1998</i> (Ernährungsprotokolle)	Frauen in NL, 22-50 Jahre
Meier & Christen 2013	2100	<i>Food intake 2006. Based on Food Supply for human domestic utilization. Intake = consumption - waste.</i> Statistisches Jahrbuch DE	Gesamtpopulation in DE
Taylor 2000	~1810	Nationale Verzehrsstudie BRD; Okt. 1985 bis Jan. 1989; Befragung von 24632 Personen (11141 Haushalte)	Frauen in DE, 25-65 Jahre
Taylor 2000	~1400	Nicht-VegetarierInnen der Gießener Vollwert-Ernährungs-Studie (VWS-NVEG). Eigene Abschätzung Verzehr, Nov. 1991 bis Feb. 1992. 132 Datensätze von Vollwert-Ernährung-Praktizierenden. Nicht repräsentativ.	Frauen in DE, 25-65 Jahre
Vegan			
Diese Studie	1178	Eigene Annahme Marktverfügbarkeit	
van Dooren et al. 2014	~950	Eigene Annahme	Frauen in NL, 22-50 Jahre
Meier & Christen 2013	1000	<i>Dietary Guidelines for Americans</i> , by USDA in 2010	Gesamtpopulation
Ovo-lacto-Vegetarier			
Diese Studie	1357	Eigene Annahme	
van Dooren et al. 2014	~1190	<i>Guideline based on consultation with experts on vegetarianism</i>	Frauen in NL, 22-50 Jahre
Meier & Christen 2013	1600	<i>Dietary Guidelines for Americans</i> , USDA 2010	Gesamtpopulation
Taylor 2000	~1195	Ovo-lacto-VegetarierInnen der Gießener Vollwert-Ernährungs-Studie (VWS-OLV). Eigene Abschätzung Verzehr, Nov. 1991 bis Feb. 1992. 111 Datensätze von Vollwert-Ernährung-Praktizierenden. Nicht repräsentativ.	Frauen in DE, 25-65 Jahre

Studie	Pro Jahr	Erhebungsmethodik	Bezug
Ovo-lacto-Pescetarier			
Diese Studie	1365		Eigene Annahme
van Dooren et al. 2014	~1260	Abschätzung mediterraner Ernährungsstil	Frauen in NL, 22-50 Jahre
Flexitarier			
Diese Studie	1474	Eigene Annahme	
van Dooren et al. 2014	~1241	Durchschnitt zwischen Durchschnitts-Szenario und Ovo-lacto-vegetarier	Frauen in NL, 22-50 Jahre
van Dooren et al. 2014	~1315	<i>Dutch Dietary Guidelines (DDG) 2006</i>	Frauen in NL, 22-50 Jahre
Meier & Christen 2013	1800	Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung für Vollwert-Ernährung in D-A-CH im 2008.	Gesamtpopulation in D-A-CH
Meier & Christen 2013	1800	Empfehlung der Federation of Independent Health Consultation (UGB) for Whole Food Nutrition.	Gesamtpopulation DE
Protein-Junkie			
Diese Studie	2164	Eigene Annahme nach Vorgabe WWF	
Fleischvernichter			
Diese Studie	2315	Eigene Annahme nach Vorgabe WWF	

5 Diskussion

5.1 Gesundheitsaspekte

Gesundheitsaspekte werden in dieser Studie nicht weiter vertieft. Es wird nicht davon ausgegangen, dass die gezeigten Ernährungsstile hinsichtlich Nährstoffen und/oder gefährlichen Inhaltsstoffen äquivalent sind. Der vegane Ernährungsstil kann aus gesundheitlicher Sicht problematisch sein. Eventuell sind zusätzlich Vitaminprodukte notwendig da die Gefahr einer Mangelernährung besteht. Solche Nahrungsmittelergänzungen wurden nicht berücksichtigt. Auch ein übermässiger Fleischkonsum oder ein zu hoher Konsum an Alkohol, Kalorien, Zucker, Salz etc. kann gesundheitliche Folgen haben (Leitzmann 2014; Renggli & Keller 2014; Theobald 2014).

Die Umweltbelastungen für medizinische Präventions- und Folgemassnahmen für Mangel-, Fehl-, wie auch Überernährung werden in dieser Studie nicht modelliert.

5.2 Reduktionspotenziale

In früheren Studien wurden die Reduktionspotenziale beim Nahrungsmittelkonsum untersucht (Jungbluth et al. 2012). Diese Annahmen wurden auch für den WWF www.footprint.ch Rechner verwendet. Es wäre empfehlenswert, die Reduktionspotenziale mit dieser detaillierten Auswertung neu zu berechnen und den Rechner darauf aufbauend anzupassen.

5.3 Ausblick

In dieser Kurzstudie wurden in erster Linie der Einfluss des Fleisch- und Fischkonsums auf die Gesamtumweltbelastungen durch die Ernährung modelliert. Es gibt jedoch eine Reihe weiterer Einflussfaktoren, die relevant sein können, z.B.

- Anteil von Mahlzeiten in Restaurants und Kantinen
- Flugtransporte
- Anteil von Gewächshausprodukten
- Food waste
- Konsum von Luxusgütern wie Wein, Kaffee und Schokolade

Diese Aspekte wurden im Rahmen dieser Kurzstudie nur ansatzweise mit einer Bilanz für das FOODprints® Szenario beleuchtet. Für weiterführende Studien wären diese Aspekte spannend, da der Einfluss dieser Faktoren als relevant eingeschätzt wird.

6 Literatur

- BfS 2012 BfS (2012) Haushaltsbudgeterhebung 2009-2011, Neuchâtel, retrieved from: http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen_quellen/blank/blank/habe/04.html.
- Brand et al. 1998 Brand G., Scheidegger A., Schwank O. and Braunschweig A. (1998) Bewertung in Ökobilanzen mit der Methode der ökologischen Knappheit - Ökofaktoren 1997. Schriftenreihe Umwelt 297. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern.

- Brunner & Casetti 2014 Brunner T. and Casetti L. (2014) Kosten gesunder Ernährung. Eine Studie der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, Abteilung Food Science & Management, Im Auftrag des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV), Zollikofen.
- Buchspies et al. 2011 Buchspies B., Tölle S. J. and Jungbluth N. (2011) Life Cycle Assessment of High-Sea Fish and Salmon Aquaculture. Practical training report. ESU-services Ltd., Uster, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/publications/food/.
- Büsser & Jungbluth 2008a Büsser S. and Jungbluth N. (2008a) LCA of Pet Food packed in Aluminium Foil Containers. ESU-services Ltd. commissioned by European Aluminium Foil Association e.V. (EAFA), Düsseldorf, DE and Uster, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/packaging/.
- Büsser & Jungbluth 2008b Büsser S. and Jungbluth N. (2008b) LCA of a Roast Stored in Aluminium Household Foil. ESU-services Ltd. commissioned by European Aluminium Foil Association e.V. (EAFA), Düsseldorf, DE and Uster, CH, retrieved from: www.alufoil.org/upload/Documents/ESU_-_Roast_-_Household_foil_2008_-_Exec_Sum.pdf.
- Büsser et al. 2008 Büsser S., Steiner R. and Jungbluth N. (2008) LCA of Packed Food Products: the function of flexible packaging: coffee, spinach and butter. ESU-services Ltd. im Auftrag von Flexible Packaging Europe, Düsseldorf, DE and Uster, CH, retrieved from: www.flexpack-europe.org/front_content.php?idcat=170.
- Büsser & Jungbluth 2009a Büsser S. and Jungbluth N. (2009a) The role of flexible packaging in the life cycle of coffee and butter. In: *Int. J. LCA*, **14**(Supplement 1), pp. 80-91, retrieved from: www.springerlink.com/content/lq36370821267713/, DOI: 10.1007/s11367-008-0056-2.
- Büsser & Jungbluth 2009b Büsser S. and Jungbluth N. (2009b) LCA of Chocolate Packed in Aluminium Foil Based Packaging. ESU-services Ltd. Uster, Switzerland. Commissioned by German Aluminium Association (GDA) in cooperation with European Aluminium Foil Association (EAFA) Düsseldorf, Germany., retrieved from: www.esu-services.ch/projects/packaging/.
- Büsser & Jungbluth 2009c Büsser S. and Jungbluth N. (2009c) LCA of Yoghurt Packed in Polystyrene Cup and Aluminium-Based Lidding. ESU-services Ltd. Uster, Switzerland. Commissioned by German Aluminium Association (GDA) in cooperation with European Aluminium Foil Association (EAFA) Düsseldorf, Germany., retrieved from: www.esu-services.ch/projects/packaging/.
- Büsser & Jungbluth 2009d Büsser S. and Jungbluth N. (2009d) LCA of Herb Butter Packed in Aluminium Tubes. ESU-services Ltd. commissioned by ESU-services Ltd. Uster, Switzerland. Commissioned by German Aluminium Association (GDA) Düsseldorf, Germany., Düsseldorf, DE and Uster, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/packaging/.
- Büsser & Jungbluth 2009e Büsser S. and Jungbluth N. (2009e) LCA of Ready-to-Serve Bolognese Lasagne Packed in Aluminium Containers. ESU-services Ltd. commissioned by European Aluminium Foil Association e.V. (EAFA), Düsseldorf, DE and Uster, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/packaging/.
- Büsser & Jungbluth 2011 Büsser S. and Jungbluth N. (2011) LCA of Ready-to-Serve Goulash Soup Packed in Stand-Up Pouches. ESU-services Ltd. commissioned by European Aluminium Foil Association e.V. (EAFA), Düsseldorf, DE and Uster, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/packaging/.
- Doublet & Jungbluth 2010 Doublet G. and Jungbluth N. (2010) Life cycle assessment of drinking Darjeeling tea: Conventional and organic Darjeeling tea. Report practical training. ESU-services Ltd., Uster, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/publications/food/.

- Doublet & Jungbluth 2013 Doublet G. and Jungbluth N. (2013) Organic and conventional whole milk, yoghurt natural and mozzarella. Confidential life cycle inventory report commissioned by Coop and FiBL. ESU-services Ltd. .
- Doublet et al. 2013a Doublet G., Jungbluth N., Flury K., Stucki M. and Schori S. (2013a) Life cycle assessment of Romanian beef and dairy products. SENSE - Harmonised Environmental Sustainability in the European food and drink chain, Seventh Framework Programme: Project no. 288974. Funded by EC. Deliverable D 2.1 ESU-services Ltd., Zürich, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/lcafood/sense/.
- Doublet et al. 2013b Doublet G., Jungbluth N., Flury K., Stucki M. and Schori S. (2013b) Life cycle assessment of orange juice. SENSE - Harmonised Environmental Sustainability in the European food and drink chain, Seventh Framework Programme: Project no. 288974. Funded by EC. Deliverable D 2.1 ESU-services Ltd., Zürich, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/lcafood/sense/.
- ecoinvent Centre 2010 ecoinvent Centre (2010) ecoinvent data v2.2, ecoinvent reports No. 1-25. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Duebendorf, Switzerland, retrieved from: www.ecoinvent.org.
- ESU 2015 ESU (2015) The ESU database 2015. ESU-services Ltd., retrieved from: www.esu-services.ch/data/database/.
- FAOSTAT 2013 FAOSTAT (2013) FAOSTAT Agricultural data retrieved from: faostat3.fao.org.
- Flury & Jungbluth 2012 Flury K. and Jungbluth N. (2012) Greenhouse Gas Emissions and Water Footprint of Ethanol from Maize, Sugarcane, Wheat and Sugar Beet. ESU-services, Uster.
- Flury et al. 2013 Flury K., Doublet G. and Jungbluth N. (2013) Raw milk and Natura-Beef Organic and conventional production: Confidential life cycle inventory report. ESU-services Ltd. commissioned by FiBL/COOP, Zürich, CH.
- Frischknecht et al. 2008 Frischknecht R., Steiner R. and Jungbluth N. (2008) Methode der ökologischen Knappheit - Ökofaktoren 2006. Umwelt-Wissen Nr. 0906. ESU-services GmbH im Auftrag des Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, retrieved from: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01031/index.html?lang=de.
- Frischknecht et al. 2013 Frischknecht R., Büsser Knöpfel S., Flury K. and Stucki M. (2013) Ökofaktoren Schweiz 2013 gemäss der Methode der ökologischen Knappheit: Methodische Grundlagen und Anwendung auf die Schweiz. Umwelt-Wissen Nr. 1330. treeze und ESU-services GmbH im Auftrag des Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, retrieved from: www.bafu.admin.ch/uw-1330-d.
- IPCC 2013 IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Jungbluth 1995 Jungbluth N. (1995) Restricted Life Cycle Assessment for Fossil Cooking Fuels in India. Diploma Thesis. Technische Universität, Berlin, retrieved from: www.esu-services.ch/address/niels/cv/.
- Jungbluth 2000 Jungbluth N. (2000) Umweltfolgen des Nahrungsmittelkonsums: Beurteilung von Produktmerkmalen auf Grundlage einer modularen Ökobilanz. In: *Werkstattreihe Nr. 123*. Öko-Insitut e.V. Verlag, ISBN 3-934490-07-7, Freiburg, D, retrieved from: www.jungbluth.de.vu.
- Jungbluth & Faist Emmenegger 2005 Jungbluth N. and Faist Emmenegger M. (2005) Ökobilanz Trinkwasser - Mineralwasser. ESU-services GmbH im Auftrag des Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches SVGW.
- Jungbluth & Büsser 2008 Jungbluth N. and Büsser S. (2008) Vorschläge zur ökologischen Lebensmittelbeschaffung in Zürich. ESU-services GmbH im Auftrag der Stadt Zürich, Gesundheits- und Umweltdepartment, Uster, CH.

- Jungbluth et al. 2011 Jungbluth N., Nathani C., Stucki M. and Leuenberger M. (2011) Environmental impacts of Swiss consumption and production: a combination of input-output analysis with life cycle assessment. Environmental studies no. 1111. ESU-services Ltd. & Rütter+Partner, commissioned by the Swiss Federal Office for the Environment (FOEN), Bern, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/iaa/ or www.umwelt-schweiz.ch.
- Jungbluth et al. 2012 Jungbluth N., Itten R. and Stucki M. (2012) Umweltbelastungen des privaten Konsums und Reduktionspotenziale. ESU-services Ltd. im Auftrag des BAFU, Uster, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/lifestyle/.
- Jungbluth et al. 2013a Jungbluth N., Flury K. and Doublet G. (2013a) Umweltsünde Weinbau? Ökobilanz eines Genussmittels. In: *Wädenswiler Weintage 2013*. ZHAW - Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften, retrieved from: www.esu-services.ch/de/projekte/lcafood/getraenke/.
- Jungbluth 2013 Jungbluth N. (2013) Aviation and Climate Change: Best practice for calculation of the global warming potential, retrieved from: www.esu-services.ch/our-services/pcf/.
- Jungbluth et al. 2013b Jungbluth N., Flury K., Schori S. and Büsser S. (2013b) Umweltbewusste Nahrungsmittelbeschaffung in der Gemeinschaftsgastronomie. ESU-services GmbH im Auftrag der SV Group Schweiz AG, Zürich, retrieved from: www.esu-services.ch/de/projekte/lcafood/onetwowe/.
- Jungbluth et al. 2015a Jungbluth N., Keller R., König A., Doublet G., Flury K., Büsser S., Stucki M., Schori S., Itten R., Leuenberger M. and Steiner R. (2015a) Life cycle inventory database on demand: EcoSpold LCI database of ESU-services. ESU-services Ltd., Zürich, CH, retrieved from: www.esu-services.ch/data/data-on-demand/.
- Jungbluth et al. 2015b Jungbluth N., König A. and Keller R. (2015b) Ökobilanz Trinkwasser: Analyse und Vergleich mit Mineralwasser sowie anderen Getränken. In: *Aqua & Gas*, pp., retrieved from: www.aquaetgas.ch/.
- LC-inventories 2015 LC-inventories (2015) Corrections, updates and extensions of ecoinvent data v2.2. BAFU, retrieved from: www.lc-inventories.ch.
- Leitzmann 2014 Leitzmann C. (2014) Vegetarismus/Veganismus – was dafür spricht. In: *Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin*, 2014(5), pp. 15-19, retrieved from: <http://rosenfluh.ch/rosenfluh/issues/view/536>.
- Leuenberger & Jungbluth 2009 Leuenberger M. and Jungbluth N. (2009) Ökoprofil von vegetarischen und fleischhaltigen Grossküchenmahlzeiten. ESU-services GmbH im Auftrag des WWF Schweiz, Uster, CH.
- Leuenberger et al. 2010 Leuenberger M., Jungbluth N. and Büsser S. (2010) The Environmental impact of canteen meals: comparison of vegetarian and meat based recipes. In *proceedings from: International Conference on LCA in the Agri-Food*, Bari, Italy, 22 to 24 September 2010, retrieved from: www.esu-services.ch/fileadmin/download/leuenberger-2010-meals-LCAfood.pdf.
- Meier & Christen 2013 Meier T. and Christen O. (2013) Environmental Impacts of Dietary Recommendations and Dietary Styles: Germany As an Example. In: *Environ. Sci. Technol.*, 47 (2), pp. 877–888, retrieved from: <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es302152v>.
- Müller-Wenk 1978 Müller-Wenk R. (1978) Die ökologische Buchhaltung: Ein Informations- und Steuerungsinstrument für umweltkonforme Unternehmenspolitik. Campus Verlag Frankfurt.
- Muñoz et al. 2014 Muñoz I., Flury K., Jungbluth N., Rigarlsford R., Milà i Canals L. and King H. (2014) Life Cycle Assessment of bio-based ethanol produced from different agricultural feedstocks. In: *Int J LCA*, 19(1), pp. 109-119, DOI 10.1007/s11367-013-0613-1, retrieved from: link.springer.com/article/10.1007%2Fs11367-013-0613-1.
- PRé Consultants 2015 PRé Consultants (2015) SimaPro 8.0.5. PRé Consultants, Amersfoort, NL, retrieved from: www.simapro.ch.

- Renggli & Keller 2014 Renggli A. and Keller U. (2014) Gesundheitliche Aspekte des Fleischkonsums. In: *Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin*, **2014**(5), pp. 31-32, retrieved from: <http://rosenfluh.ch/rosenfluh/issues/view/536>.
- Schweizerischer Bauernverband 2013 Schweizerischer Bauernverband (2013) Statistische Erhebungen und Schätzungen - über Landwirtschaft und Ernährung 2012. Abt. Statistik, Brugg, CH, retrieved from: www.sbv-usp.ch/de/statistik/.
- SGE 2011 SGE (2011) Schweizer Lebensmittelpyramide - Empfehlungen zum ausgewogenen und genussvollen Essen und Trinken. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE), Bern, retrieved from: www.sge-ssn.ch/lebensmittelpyramide.
- SGE 2014 SGE (2014) FOODprints® – Tipps zum nachhaltigen Essen und Trinken. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE), Bern, retrieved from: www.foodprints.ch.
- Solomon et al. 2007 Solomon S., Qin D., Manning M., Alley R. B., Berntsen T., Bindoff N. L., Chen Z., Chidthaisong A., Gregory J. M., Hegerl G. C., Heimann M., Hewitson B., Hoskins B. J., Joos F., Jouzel J., Kattsov V., Lohmann U., Matsuno T., Molina M., Nicholls N., Overpeck J., Raga G., Ramaswamy V., Ren J., Rusticucci M., Somerville R., Stocker T. F., Whetton P., Wood R. A. and Wratt D. (2007) Technical Summary. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Stucki et al. 2012 Stucki M., Jungbluth N. and Flury K. (2012) Ökobilanz von Mahlzeiten: Fleisch- & Fischmenüs versus vegetarische Menüs. In: *6. Ökobilanzplattform Landwirtschaft: Ökologische Bewertung von Fleisch*. ESU-services GmbH, Uster, CH.
- Taylor 2000 Taylor C. (2000) Ökologische Bewertung von Ernährungsweisen anhand ausgewählter Indikatoren. Inauguraldissertation. Justus-Liebig-Universität Gießen, retrieved from: bibd.uni-giessen.de/ghm/2000/uni/d000074.htm.
- Theobald 2014 Theobald S. (2014) Vegetarische und vegane Ernährung - potenzielle Risiken. In: *Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin*, **2014**(5), pp. 20-25, retrieved from: <http://rosenfluh.ch/rosenfluh/issues/view/536>.
- USDA & USDH 2010 USDA and USDH (2010) Dietary Guidelines for Americans 2010. U.S. Department of Agriculture, U.S. Department of Health and Human Services, retrieved from: <http://health.gov/dietaryguidelines/dga2010/dietaryguidelines2010.pdf>.
- van Dooren et al. 2014 van Dooren C., Marinussen M., Blonk H., Aiking H. and Vellinga P. (2014) Exploring dietary guidelines based on ecological and nutritional values: A comparison of six dietary patterns. In: *Food Policy*, **44**, pp. 36-46, retrieved from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306919213001620>.

7 Anhang Bewertungsmethoden

7.1 Klimaänderungspotential

Für diejenigen Substanzen, welche zur Verstärkung des Treibhauseffekts beitragen, wird das „global warming potential“ (GWP) nach IPCC (Solomon et al. 2007) als Wirkungsparameter beigezogen. Dabei werden Absorptionskoeffizienten für infrarote Wärmestrahlung, die Verweildauer der Gase in der Atmosphäre und die erwartete Immissionsentwicklung berücksichtigt. Für verschiedene Zeithorizonte (20, 100 oder 500 Jahre) wird dann die potenzielle Wirkung eines Kilogramms eines Treibhausgases im Vergleich zu derjenigen eines Kilogramms CO₂ bestimmt. Somit können atmosphärische Emissionen in äquivalente Emissionsmengen CO₂ umgerechnet werden. Der kürzere

Integrationszeitraum von 20 Jahren ist relevant, da dieser die Temperaturveränderungsrate massgeblich bestimmt, welche wiederum die erforderliche Adaptionsfähigkeit für terrestrische Ökosysteme vorgibt. Die Verwendung der längeren Integrationszeiten von 500 Jahren entspricht auch etwa der Integration über einen unendlichen Zeithorizont und lässt Aussagen über das Potenzial der absoluten Veränderung zu (Meeresspiegelerhöhung, Veränderung der Durchschnittstemperatur).

Die aktuellste Version der Charakterisierungsfaktoren wurde 2013 veröffentlicht (IPCC 2013). Teilweise berücksichtigen wir in unseren Studie auch den zusätzliche Effekt durch die Emissionen von Flugzeugen mit dem sogenannten RFI Faktor (Jungbluth 2013).

7.2 Methode der ökologischen Knappheit

Die Methode der ökologischen Knappheit erlaubt die Gewichtung der in einer Sachbilanz erfassten und berechneten Ressourcenentnahmen und Schadstoff-Emissionen. Die Grundlagen der Methode wurden erstmals 1978 (Müller-Wenk 1978) erarbeitet und zwischenzeitlich dreimal aktualisiert (Brand et al. 1998). Eine Aktualisierung fand zwischen 2005 und 2008 statt (Frischknecht et al. 2008). Die aktuellste Version wurde 2014 veröffentlicht (Frischknecht et al. 2013).

Die Methode der ökologischen Knappheit beruht auf dem Prinzip "Distance-to-target". Dabei werden einerseits die gesamten gegenwärtigen Flüsse einer Umwelteinwirkung (z.B. Stickoxide) eines Landes und andererseits die im Rahmen der umweltpolitischen Ziele des entsprechenden Landes als maximal zulässig erachteten (kritischen) Flüsse derselben Umwelteinwirkung verwendet. Sowohl kritische wie auch aktuelle Flüsse sind in Bezug auf schweizerische Verhältnisse definiert.

Fig. 7.1 zeigt ein vereinfachtes Vorgehensschema dieser Bewertungsmethode. Daraus geht hervor, dass die Schritte Klassifizierung und Charakterisierung nur für einen Teil der Umweltprobleme durchgeführt werden. Ansonsten werden die Umwelteinwirkungen (Emissionen und Ressourcenverbrauch) und Abfallmengen aus der Sachbilanz direkt gewichtet.

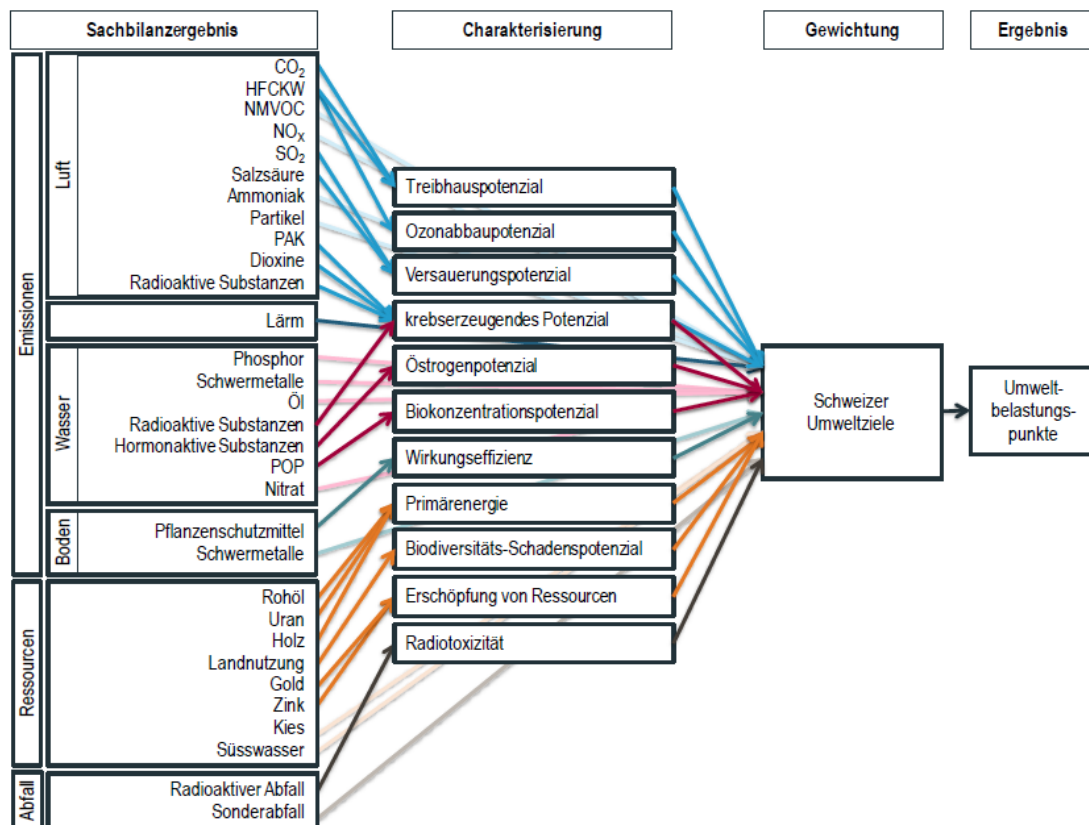


Fig. 7.1 Schematische Darstellung der Methode der ökologischen Knappheit 2013 (Frischknecht et al. 2013)

Die Bewertung erfolgt mittels Ökofaktoren welche wie folgt definiert sind:

$$\text{Ökofaktor} = \underbrace{K}_{\substack{\text{Charakterisierung} \\ \text{(optional)}}} \cdot \underbrace{\frac{1 \cdot \text{UBP}}{F_n}}_{\text{Normierung}} \cdot \underbrace{\left(\frac{F}{F_k}\right)^2}_{\text{Gewichtung}} \cdot \underbrace{c}_{\text{Konstante}} \quad (8.1)$$

- mit:
- K** = **Charakterisierungsfaktor** eines Schadstoffs beziehungsweise einer Ressource
 - Fluss** = Fracht eines Schadstoffs, Verbrauchsmenge einer Ressource oder Menge einer charakterisierten Umwelteinwirkung
 - F_n** = **Normierungsfluss**: Aktueller jährlicher Fluss, bezogen auf die Schweiz
 - F** = **Aktueller Fluss**: Aktueller jährlicher Fluss, bezogen auf das Referenzgebiet
 - F_k** = **Kritischer Fluss**: Kritischer jährlicher Fluss, bezogen auf das Referenzgebiet
 - c** = **Konstante** (10¹²/a)
 - UBP** = **Umweltbelastungspunkt**: die Einheit des bewerteten Ergebnisses

Der Faktor *c* ist für alle Ökofaktoren identisch und dient der besseren Handhabbarkeit der Zahlen. Der erste Faktor dient der *Charakterisierung* und wird für Schadstoffe (beziehungsweise Ressourcen) angewendet, welche dieselbe Umweltwirkung verursachen (beispielsweise Klimaänderung). Der Charakterisierungsfaktor ist in dieser Methode optional, das heisst nicht alle Schadstoffe werden in dieser Methode charakterisiert. Der zweite Term dient der *Normierung* und enthält im Nenner den heutigen gesamtschweizerischen Fluss. Dieser wird entweder in charakterisierter Form angegeben (beispielsweise Tonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr), wenn der für den entsprechenden Schadstoff ein Charakterisierungsfaktor angewendet wird, oder in seiner ursprünglichen Form (beispielsweise Tonnen PM10 pro Jahr), wenn der Schadstoff keinen Charakterisierungsfaktor hat. Der dritte Term enthält den *Gewichtungsschritt*. Hier werden die aktuellen Emissionen einerseits und das angestrebte Emissionsziel ins Verhältnis gesetzt und quadriert.

Das Verhältnis aktueller zu kritischem Fluss wird als Quadrat berücksichtigt. Dies hat den Effekt, dass starke Überschreitungen vom Zielwert (kritischer Fluss) überproportional und starke Unterschreitungen unterproportional gewichtet werden, also eine zusätzliche Emission stärker gewichtet wird je höher die Belastungssituation bereits ist.