



Untersuchungen zur umweltfreundlichen Eiweissversorgung Pilotstudie

Autoren

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

Karin Nowack
Beratung für nachhaltige und gesunde Ernährung
Kyburgerstrasse 24 B
CH-5000 Aarau
Tel. 079 796 64 16
post@karin-nowack.ch
www.karin-nowack.ch

Auftraggeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Ruth Freiermuth Knuchel
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Umwelt BAFU
Abteilung Ökonomie und Umweltbeobachtung
Sektion Konsum und Produkte
Papiermühlestrasse 172, 3063 Ittigen, Postadresse: 3003 Bern
Tel +41 58 464 33 29
ruth.freiermuthknuchel@bafu.admin.ch
www.bafu.admin.ch

Zürich und Aarau, 2016

Impressum

Titel	Untersuchungen zur umweltfreundlichen Eiweissversorgung - Pilotstudie
Autoren	Niels Jungbluth, Karin Nowack, Simon Eggenberger, Alex König, Regula Keller
Zitativorschlag	Jungbluth N., Nowack K., Eggenberger S., König A. and Keller R. (2016) Untersuchungen zur umweltfreundlichen Eiweissversorgung – Pilotstudie. ESU-services GmbH und Karin Nowack Beratung für nachhaltige und gesunde Ernährung für das Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern, DE
Auftraggeber	Bundesamt für Umwelt (BAFU)
Stichwörter	Ökobilanz, Eiweiss, Protein, pflanzlich, biologische Wertigkeit, Quorn, Kichererbsen, Tofu, Soja
Kurztext	In dieser Ökobilanz werden verschiedene pflanzliche Eiweisslieferanten untersucht. Dabei werden auch ganze Mahlzeiten auf Basis dieser Produkte analysiert und verglichen.
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 Umweltpformance 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. Karin Nowack ist Umweltnaturwissenschaftlerin ETH und Ernährungsberaterin TCM. Sie verbindet in ihrer Einzelfirma die nachhaltige und gesunde Ernährung und führt Ernährungsberatungen, Projekte und Seminare durch.
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-2016-LCA-pflanzliche-Proteine-BAFU-final.docx, 06.04.2016 13:35:00

Abstract

This study investigates the environmental impacts of food products which are rich in vegetable proteins (sun flower seeds, almonds, champignons, soy beans, chickpeas, lentils, soy milk, vegetarian mince, falafel, mycoprotein, tofu). The analysis includes the full life cycle until the product is ready to be eaten. Several new life cycle inventory data have therefore been collected and documented. The investigation covers all life cycle stages from agricultural production, processing, distribution, transportation to home, cooling and preparation of the product. The life cycle inventory analysis uses literature data and direct information by producers. The life cycle inventory data newly investigated for this project are publicly available on www.lc-inventories.ch. The different products are finally assessed per typical portion or as part of a home-cooked meal.

The impact assessment is made for the global warming potential (IPCC 100a) and with the Swiss ecological scarcity method 2013. The analysis is made per mass, portion, calorific value and protein content. For some products the agricultural production is the dominant stage in the life cycle e.g. sun flower seeds. Impacts for some other products, e.g. canned chickpeas, are dominated by the processing or packaging. Environmental impacts of the meals are often also influenced considerably by other ingredients than the protein source. For most of the products, the main impacts over the life cycle arise from effects due to land occupation, climate change, air and water pollutants.

From the perspective of sustainable and healthy nutrition, foods and meals with low environmental impacts per mass together with a high nutrient content are preferable. In this study, therefore, the environmental impacts of portions and meals were related to the amount of calories and proteins. It turns out that the production of food rich in calories often causes higher environmental impacts than low-calorie food. However, including the amount of calories and proteins, the environmental impact of different foods and dishes is more similar. For example, the dish Spaghetti Bolognese with soya mince has a 25% higher environmental impact per portion than the dish lentil with polenta. But, the environmental impact per calorie and per gram of protein is about the same for both dishes.

If environmental impacts are assessed in relation to the protein content, it is also important to take the biological value of the proteins for nutrition into account. For single portions the biological value is lower than for different well combined protein sources. In order to achieve a high biological value and thus a high availability of proteins it is necessary to smartly combine different food products (e.g. rice and lentils, maize and beans, potatoes and milk). This helps to cover the amount of essential amino acids required. The recipes used in this study are based on such considerations. This pilot study shows that the impact of vegetable protein products can only be comprehensively assessed when considering the later usage in a meal that is ready for consumption. An evaluation at a preliminary production stage or at the level of a single product is not enough for a comprehensive assessment. Another conclusion of the study is that the environmental impact of food should be specified not only per kilogram or per portion but also per nutrient content. The results of this study for some individual examples still do not allow general statements for the evaluation of vegetable proteins from an environmental perspective.

Kurzfassung

Die vorliegende Studie untersucht die Umweltbelastung pflanzlicher, eiweissreicher Nahrungsmittel (Sonnenblumenkerne, Mandeln, Champignons, Sojabohnen, Kichererbsen, Linsen, Sojamilch, Soja Gehacktes, Falafel, Mykoprotein, Tofu). Dafür wurden eine Reihe neuer Sachbilanzdaten zu den Produktionsstufen landwirtschaftlicher Anbau, Verarbeitung, Distribution, Heimtransport, Kühlung und Zubereitung der Produkte erhoben und dokumentiert. Die Datenerhebung basiert auf einer ausführlichen Literaturrecherche und der Befragung entsprechender Produzenten. Das konsumfertige Produkt wird unter Einbezug der für das Gericht oder eine Einzelportion nötigen übrigen Zutaten auf Portionenbasis bilanziert. Die Treibhausgasbilanz wird mittels IPCC 2013 (100 Jahre) bewertet. Die Bewertung der Gesamtumweltbelastung erfolgt mit der Schweizer Methode der ökologischen Knappheit 2013. Die Beurteilung der Umweltbelastung wird in Bezug auf das Gewicht, pro Portion, in Bezug auf den Energiegehalt (Kalorienmenge) und auf die Menge Protein vorgenommen. Die für diese Studie neu erhobenen Ökobilanzdaten sind öffentlich verfügbar auf www.lc-inventories.ch.

Für die gesamte Umweltbelastung ist bei einigen Produkten der landwirtschaftliche Anbau entscheidend, zum Beispiel bei Sonnenblumenkernen. Bei anderen Produkten, beispielsweise bei Kichererbsen in der Dose, spielt die Verarbeitung und Verpackung eine wichtige Rolle. Die neben dem pflanzlichen Eiweissprodukt für ein Gericht verwendeten Zutaten verursachen häufig auch einen relevanten Beitrag zur gesamten Umweltbelastung. Wichtig für die Gesamtbewertung bei fast allen Produkten sind die Wirkungskategorien Landnutzung, Klimawandel, Luftschadstoffe und Staub, sowie Wasserschadstoffe.

Aus Sicht der nachhaltigen und gesunden Ernährung sind Lebensmittel und Gerichte mit geringen Umweltbelastungen und gleichzeitig einem hohen Nährstoffgehalt zu bevorzugen. Im Rahmen dieser Studie wurden deshalb die Umweltbelastungen in Beziehung zur Kalorien- und Proteinmenge gesetzt. Dabei zeigt sich, dass die Erzeugung von nährstoffreichen Lebensmitteln und Gerichten oft mehr Umweltbelastung pro Kilogramm verursacht als von nährstoffarmen. Bezieht man die Menge der Kalorien und Proteine jedoch ein, wird die Umweltbelastung der verschiedenen Lebensmittel und Gerichte ähnlicher. So hat beispielsweise das Gericht Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem pro Portion eine um 25 % höhere Umweltbelastung als das Gericht Linsen mit Polenta. Die Umweltbelastung pro Kalorie und pro Gramm Protein ist jedoch bei beiden Gerichten gleich.

Für die Beurteilung der Umweltbelastungen in Relation zum Proteingehalt ist es auch wichtig, die biologische Wertigkeit der Proteine zu berücksichtigen. Für das einzelne pflanzliche Lebensmittel ist diese oftmals nicht so günstig. Bei einer guten Kombination verschiedener Nahrungsmittel in einer Mahlzeit ist die biologische Wertigkeit meist hoch, d.h. die Proteine können besser verwertet werden und decken den gesamten Bedarf an essentiellen Aminosäuren (zum Beispiel Reis mit Linsen, Mais und Bohnen, Kartoffeln und Milch). Bei der Zusammenstellung der Gerichte für diese Studie wurde der Aspekt einer möglichst hohen biologischen Wertigkeit miteinbezogen. Die Studie zeigt somit auf, dass pflanzliche Eiweisslieferanten nur im Kontext ihrer späteren Verwendung für eine konsumfertige Mahlzeit vollständig beurteilt werden können. Eine Auswertung auf vorgelagerten Produktionsstufen oder der Ebene von Einzelprodukten reicht dafür noch nicht aus. Eine weitere Schlussfolgerung der Studie ist, dass die Umweltbelastung von Lebensmitteln nicht nur pro Kilogramm oder Portion sondern auch pro Nährwert angegeben werden sollte. Die Resultate dieser Studie für einige Einzelbeispiele erlauben noch keine allgemeingültigen Aussagen zur Beurteilung von pflanzlichen Eiweisslieferanten aus Umweltsicht.

Inhalt

IMPRESSUM	I
ABSTRACT	II
KURZFASSUNG	III
INHALT	IV
DANKSAGUNG	VI
GLOSSAR	VI
1 EINFÜHRUNG	1
1.1 Ausgangslage und Hintergrund.....	1
1.2 Projektidee und Ziel der Pilotstudie.....	1
2 ZIELDEFINITION	2
2.1 Liste der untersuchten Produkte	2
2.2 Systemgrenzen.....	4
2.2.1 Produktionsweise	4
2.2.2 Herstellungsort	4
2.2.3 Lebensmittelverarbeitung und Distribution.....	4
2.2.4 Heimtransport.....	4
2.2.5 Lagerung im Haushalt	4
2.2.6 Zubereitung	4
2.2.7 Nahrungsmittelabfälle	5
2.2.8 Funktionelle Einheit.....	5
2.2.9 Bewertungsmethode für Umweltbelastungen	5
2.3 Hinweis bezüglich ISO-Konformität der Studie	5
3 DATENERHEBUNG	6
3.1 Ökobilanzierung.....	6
3.2 ESU Data-on-Demand.....	8
3.3 Rezepte	8
3.4 Nährwerte	8
4 AUSWERTUNG	9
4.1 Zusammenstellung der Umwelt-Kennwerte	9
4.2 Analyse der Umweltbelastung.....	10
4.2.1 Umweltbelastungen der Produkte aus Landwirtschaft, Verarbeitung und Distribution.....	10
4.2.2 Umweltbelastungen aller konsumfertigen Produkte.....	12
4.2.3 Analyse nach Wirkungskategorien.....	12
4.3 Exkurs Sojaanbau	16
4.4 Treibhausgasbilanz	16
4.4.1 Carbon Footprint der untersuchten Produkte.....	16
4.4.2 Vergleich mit Literaturwerten	18
4.5 Analyse der konsumfertigen Produkte (Einzelprodukte)	21
4.5.1 Sojamilch.....	21
4.5.2 Sonnenblumenkerne	22
4.5.3 Champignons, gedünstet	23
4.5.4 Sojabohnen, eingeweicht und gekocht	24
4.5.5 Kichererbsen, aus der Dose, aufgewärmt.....	25
4.6 Analyse der konsumfertigen Produkte (Gerichte)	25
4.6.1 Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce	26
4.6.2 Bircher muesli.....	27
4.6.3 Kichererbsengemüse mit Rosinen und Reis.....	28
4.6.4 Linsengericht mit Polenta.....	29
4.6.5 Gemüse-Tofu-Reispfanne.....	30

4.6.6	Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem	31
4.6.7	Quorn in Champignonsauce mit Nudeln	32
4.7	Beurteilung von Umweltbelastung und Nährwerten	33
4.7.1	Umweltbelastung und Nährwert	33
4.7.2	Umweltbelastung und Nährwerte der Produkte im Supermarkt	38
4.7.3	Umweltbelastung und biologische Wertigkeit der Gerichte	39
5	INTERPRETATION UND DISKUSSION	41
5.1	Umweltbelastungen	41
5.2	Nährwerte	41
5.3	Beurteilung in Bezug zur biologischen Wertigkeit	42
5.4	Empfehlungen bezüglich nachhaltiger und gesunder Ernährung	42
5.5	Diskussion	43
5.6	Forschungsstand und Ausblick	44
6	LITERATUR	45
7	ISO 14040-48 METHODIK FÜR ÖKOBILANZEN	51
8	REZEPTE FÜR DIE ZUBEREITUNG DER UNTERSUCHTEN PRODUKTE	53
8.1	Bereitstellung von Einzelprodukten	53
8.1.1	Sojamilch	53
8.1.2	Sonnenblumenkerne	53
8.1.3	Champignons, gedünstet	53
8.1.4	Sojabohnen, eingeweicht und gekocht	53
8.1.5	Kichererbsen, aus der Dose, aufgewärmt	53
8.2	Kochrezepte für Gerichte	54
8.2.1	Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce	54
8.2.2	Birchermuesli	54
8.2.3	Kichererbsengemüse mit Rosinen und Reis	55
8.2.4	Linsengericht mit Polenta	55
8.2.5	Gemüse-Tofu-Reispfanne	55
8.2.6	Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem	56
8.2.7	Quorn in Champignonsauce, mit Nudeln	56
8.3	Nährwerte	57
9	LIFE CYCLE INVENTORY ANALYSIS	61
9.1	Publication of data	61
9.2	Introduction unit process raw data	61
9.3	Agricultural plant production	62
9.3.1	Chickpeas	63
9.3.2	Lentils	66
9.3.3	Summary of unit process raw data	68
9.4	Food processing	70
9.4.1	Canning of chickpeas	70
9.4.2	Drying of chickpeas and lentils	71
9.4.3	Dehulling of sunflower seeds	72
9.4.4	Production of falafel	72
9.4.5	Production of soy vegetarian mince	74
9.4.6	Production of mycoprotein and quorn mince	74
9.4.7	Summary of unit process raw data convenience products	75
9.4.8	Tofu	78
9.5	Distribution in the supermarket	78
9.6	Preparation for consumption	82

Danksagung

Für diese Studie haben uns verschiedene Personen Informationen zur Verfügung gestellt. Hierfür möchten wir uns bedanken.

Von verschiedenen Herstellern wurden uns Daten zur Verfügung gestellt. Dafür danken wir Philipp Keller (Fredag AG), Louise Needham, Claire Abbott (Quorn Foods), Sherrilyn Phelps (Saskatchewan Pulse Growers) und Mikkel Thrane (Dupont).

Ruth Freiermuth Knuchel und Peter Gerber vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) haben dieses Projekt in Auftrag gegeben und uns bei der Bearbeitung konstruktiv unterstützt.

Die Verantwortung für Daten und Auswertungen in diesem Bericht liegt bei den Autoren und Autorinnen.

Glossar

Biologische Wertigkeit	Die biologische Wertigkeit ist ein Mass zur Beurteilung der Proteinqualität. Proteine bestehen aus 20 verschiedenen Einzelbausteinen, den Aminosäuren. Acht Aminosäuren sind essentiell, das heisst sie sind lebensnotwendig und Menschen müssen sie mit der Nahrung aufnehmen. Je höher die Menge essenzieller Aminosäuren und je optimaler das gesamte Aminosäure-Verhältnis in einem Proteingemisch ist, desto höher ist die biologische Wertigkeit.
Einzelprodukt	Konsumfertiges Produkt, welches ohne weitere Zutaten konsumiert werden kann. Ausnahme: Für die Zubereitung verwendete Lebensmittel wie beispielsweise Öl zum Anbraten werden bei der Bilanzierung dem Einzelprodukt zugerechnet.
Gericht	Umfasst nebst dem im Fokus stehenden, eiweisshaltigen, pflanzlichen Produkt weitere Zutaten, welche ebenfalls mitbilanziert werden.
kcal	Abkürzung für Kilokalorien. Kcal und kJ werden heute in Nährwerttabellen parallel gebraucht; im Alltag sind Kalorien immer noch gebräuchlicher, deshalb wurde diese Einheit gewählt. Eine kcal entspricht 4.184 kJ.
LCI	Life cycle inventory (Sachbilanz)
Produkte	Umfasst Einzelprodukte und Gerichte.
Portion	Typische Menge eines Gerichtes oder Einzelproduktes für den Konsum. (Details Kapitel 4.7.1 und 7)
Quorn TM	Besteht hauptsächlich aus Pilzprotein (Mykoprotein). Die Bezeichnung Quorn TM ist das Trademark einer Firma aus Grossbritannien. In der Schweiz wird Mykoprotein, soweit bekannt, nur unter dieser Bezeichnung vertrieben. Die Sachbilanzdaten für dieses Produkt basieren auf verschiedenen verfügbaren Quellen und bilden nicht genau das Produkt dieser Firma ab. Um den Text verständlich zu halten, wird Mykoprotein aber trotzdem mit diesem Produktnamen bezeichnet.

1 Einführung

1.1 Ausgangslage und Hintergrund

Die menschliche Ernährung verursacht in der Schweiz einen Drittel der gesamten Umweltbelastungen (Jungbluth et al. 2012). Da die Umweltwirkung von Nahrungsmitteln so bedeutend ist, ist es wichtig, die Bewertungsgrundlagen aktuell zu halten und laufend zu erweitern.

Pflanzliche Eiweisslieferanten wie Linsen oder Kichererbsen und verarbeitete Produkte wie Mykoprotein (z.B. QuornTM)¹ und Soja Gehacktes gewinnen aus Umwelt-, Gesundheits- und ethischen Gründen an Beliebtheit. Zu deren Umweltwirkung ist bislang nur wenig bekannt (Bohlmann 2013).

Mit dem hier durchgeführten Projekt sollen die Konsumentinnen und Konsumenten, die Gastronomie, die Politik und die Ernährungsorganisationen in der Schweiz fundierte Informationen zu den Umweltbelastungen des Konsums von einigen pflanzlichen Eiweisslieferanten erhalten.

1.2 Projektidee und Ziel der Pilotstudie

Für ausgewählte in der Schweiz relevante pflanzliche Eiweisslieferanten werden in dieser Studie Sachbilanzdaten erhoben und Berechnungen zu den Umweltbelastungen erstellt. Diese werden in Bezug gesetzt zu den Nährwerten wie Energie- und Proteingehalt einer typischen Portionengrösse.

Aufgrund verschiedener Untersuchungen zur Umweltbelastung von Lebensmitteln, lautet heute eine allgemein anerkannte Empfehlung für eine gesunde und umweltfreundliche Ernährung, weniger tierische Produkte und mehr pflanzliche Lebensmittel zu wählen (SGE 2014; von Koerber 2014).

Tierische Lebensmittel wie Fleisch, Käse und Eier enthalten viel Protein und haben eine hohe biologische Wertigkeit, d.h. sie enthalten in hohem Masse alle Aminosäuren, die Menschen zum Aufbau der körpereigenen Eiweisse brauchen (biologische Wertigkeit Ei 100, Rindfleisch 92, Käse 83). Beim Ersatz von tierischen durch pflanzliche Lebensmittel muss deshalb aus Ernährungssicht auch auf eine genügend hohe und qualitativ gute Proteinzufuhr geachtet werden.

Die biologische Wertigkeit ist ein Mass zur Beurteilung der Proteinqualität. Proteine bestehen aus 20 verschiedenen Einzelbausteinen, den Aminosäuren. Acht Aminosäuren sind essentiell, das heisst sie sind lebensnotwendig und Menschen müssen sie mit der Nahrung aufnehmen. Die biologische Wertigkeit ist vom Gehalt an essenziellen Aminosäuren abhängig. Je höher die Menge essenzieller Aminosäuren und je optimaler das gesamte Aminosäure-Verhältnis in einem Proteingemisch ist, desto höher ist die biologische Wertigkeit.

Durch Kombinationen von Lebensmitteln kann der Nährwert, die Sättigung und die biologische Wertigkeit erhöht werden. Zugleich ist bei einer optimalen Kombination (von Aminosäuren) weniger Eiweisszufuhr nötig, um den Proteinbedarf zu decken.

Damit kann eine Aussage darüber gemacht werden, wie gross die Umweltbelastung für eine Versorgung mit (pflanzlichen) Proteinen ist und wie dabei die Umweltbelastungen und der Ressourcenverbrauch niedrig gehalten werden können. Das Projekt trägt so zur Entwicklung von entsprechenden Massnahmen für eine ressourcenschonende Ernährung im Rahmen des Aktionsplans Grüne Wirtschaft bei.

¹ Hauptbestandteil von Quorn ist Pilzprotein (Mykoprotein). Die Bezeichnung Quorn ist das Trademark einer Firma aus Grossbritannien. In der Schweiz wird Mykoprotein soweit bekannt nur unter dieser Bezeichnung vertrieben. Die Sachbilanzdaten für dieses Produkt basieren auf verschiedenen verfügbaren Quellen und bilden nicht genau das Produkt dieser Firma ab. Um den Text verständlich zu halten, wird Mykoprotein aber trotzdem mit diesem Produktnamen bezeichnet.

2 Zieldefinition

Eine Ökobilanz wird in vier Arbeitsschritten erstellt (vgl. Kapitel 7). Die Festlegung der Rahmenbedingungen und Vorgehensweisen stellt den ersten Arbeitsschritt dar und wird im Folgenden erläutert. Die Zielsetzung und der genaue Untersuchungsrahmen wurden vor Projektbeginn festgelegt.

2.1 Liste der untersuchten Produkte

Für die Startsituation des Projektes wurde eine umfangreiche Liste der pflanzlichen Eiweisslieferanten erstellt. Dabei wurde berücksichtigt, für welche Produkte eventuell schon Literaturdaten mit guter Dokumentation vorhanden sind. In einer ersten Recherche wurden etwa 50 Produkte aufgelistet, die interessant sein könnten und bisher nicht in Ökobilanzen untersucht wurden.

Anlässlich der Startsituation wurde die Auswahl der Produkte besprochen. Wichtige Kriterien waren die jetzige Verbreitung in der Schweiz (Angebot im Grossverteiler) und somit auch die Akzeptanz der Konsumierenden, die Relevanz des Produktes für die Versorgung mit pflanzlichen Proteinen, der potenzielle Anbau in der Schweiz bzw. in Europa und die Datenverfügbarkeit. Tab. 2.1 zeigt die untersuchten Produkte. Für einen Teil der Produkte waren bereits Sachbilanzdaten (life cycle inventory – LCI) verfügbar. Andere Produkte und Prozesse mussten neu erhoben werden.

Für einen Teil der Produkte wird der Lebensweg bis zu einem konsumfertigen Einzelprodukt bilanziert (z. B. ein Glas Sojamilch) und analysiert.

Sieben der ausgewählten Lebensmittel werden in Form eines Gerichtes bilanziert (siehe Tab. 2.1). Es wurden in der Schweiz bekannte Gerichte ausgewählt wie Spaghetti Bolognese, Nudeln mit Geschnetzeltem, jedoch in der vegetarischen bzw. veganen Variante. Zudem wurde darauf geachtet, dass die pflanzlichen Eiweisslieferanten mit anderen Lebensmitteln wie Getreide kombiniert werden, welche die biologische Wertigkeit erhöhen.

Tab. 2.1 Festlegung für die in der Pilotstudie untersuchten Produkte (braun – neu zu erheben, grün – bereits vorhandene Daten)

Landw. Rohprodukte	Verarbeitetes und distribuiertes Produkt	Einzelprodukt oder Gericht	Ernährungsstil	Verpackung	Distribution	Zubereitung im Haushalt	Bilanzgrösse
Sojabohnen	Sojamilch	Sojamilch	Vegan	Tetrabrick	gekühlt	roh	Einzelprodukt
Sonnenblumenkerne	Sonnenblumenkerne, geschält	Sonnenblumenkerne, geschält	Vegan	Plastiksack	ungekühlt	roh	Einzelprodukt
Champignons	Champignons	Champignons, gedünstet	Vegan	Papiersack	ungekühlt	gekocht	Einzelprodukt
Sojabohnen	Sojabohnen	Sojabohnen, eingeweicht und gekocht	Vegan	Plastiksack	ungekühlt	gekocht	Einzelprodukt
Kichererbsen	Kichererbsen, in der Dose	Kichererbse, aus der Dose, aufgewärmt	Vegan	Dose	ungekühlt	gekocht	Einzelprodukt
Kichererbsen	Falafel	Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce	Vegetarisch	Plastik & Karton	gekühlt	gekocht	Gericht
Mandeln, mit Schale	Mandeln, geschält	Birchermüesli	Vegetarisch	Plastiksack	ungekühlt	roh	Gericht
Kichererbsen	Kichererbsen, getrocknet	Kichererbsengemüse mit Rosinen und Reis	Vegan	Plastiksack	ungekühlt	gekocht	Gericht
Linsen	Linsen, getrocknet	Linsengericht mit Polenta	Vegetarisch	Plastiksack	ungekühlt	gekocht	Gericht
Sojabohnen	Tofu	Gemüse-Tofu-Reispfanne	Vegan	Plastik	gekühlt	gekocht	Gericht
Sojabohnen	Soja Gehacktes	Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem	Vegetarisch	Plastik	gekühlt	gekocht	Gericht
Mykoprotein	Quorn Gehacktes	Quorn in Champignonsauce, mit Nudeln	Vegetarisch	Karton	gekühlt	gekocht	Gericht
LCI Daten bei ESU vorhanden							
LCI Daten werden für das Projekt neu erhoben							

2.2 Systemgrenzen

Für die Untersuchung werden folgende Systemgrenzen festgelegt.

2.2.1 Produktionsweise

Soweit Daten vorhanden sind, werden konventionell hergestellte Nahrungsmittel untersucht und verglichen. Eine Untersuchung von biologisch produzierten Nahrungsmitteln ist im Rahmen dieser Studie nicht vorgesehen.

2.2.2 Herstellungsort

Soweit möglich und sinnvoll wird die landwirtschaftliche Produktion in der Schweiz untersucht. Für Produkte, die in der Schweiz nicht hergestellt werden, wird ein möglichst umweltfreundliches Importszenario verwendet. Es erfolgt keine Untersuchung zu weiteren Transport-Szenarien, wie beispielsweise einem Import per Flugzeug, da diese Fragestellungen in der Literatur bereits ausführlich diskutiert wurden.

2.2.3 Lebensmittelverarbeitung und Distribution

Es wird jeweils eine einfache Variante der Lebensmittelverarbeitung und Distribution untersucht. In der Regel werden frische, getrocknete oder gekühlte Produkte untersucht. Untersucht werden auch einige Convenience Produkte wie zum Beispiel Tofu, Falafel und Soja Gehacktes, die gekühlt gelagert werden müssen. Nicht untersucht werden tiefgekühlte Produkte oder Fertigmahlzeiten. Wenn keine spezifischen Informationen zur Verfügung stehen, wird mit Standardannahmen der ESU data-on-demand gearbeitet (Jungbluth et al. 2016).

2.2.4 Heimtransport

Für den Heimtransport wird mit dem durchschnittlichen Mix verschiedener Verkehrsträger für Einkaufsfahrten gerechnet. Die Umweltbelastungen werden entsprechend des Gewichts der eingekauften Produkte alloziert.

2.2.5 Lagerung im Haushalt

Als Lagerungszeit im Kühlschrank wird die Hälfte der maximalen Haltbarkeitsdauer angenommen.

2.2.6 Zubereitung

Die Zubereitung wird entsprechend der Angaben auf der Produktverpackung beziehungsweise gemäss einem Rezept für vier Personen bilanziert. Für die Zubereitung benötigte Zutaten (z. B. Trinkwasser, Salz, Öl) werden auf Basis der bei ESU verfügbaren Daten miteinbezogen (Jungbluth et al. 2016).

In der Regel wird die einfachste (und damit umweltfreundlichste) Variante der Konservierung und Zubereitung untersucht.

Die Annahmen betreffend Zubereitung beziehen sich auf 4 Portionen in einem privaten Haushalt, da dies eine häufig genutzte Menge für Rezeptangaben ist.² Dieser Punkt ist insofern relevant, da

² Die durchschnittliche Haushaltsgrösse in der Schweiz liegt bei etwas über 2 Personen. Es ist nicht bekannt, welches die typische Menge bei der Zubereitung von Mahlzeiten ist. Es ist wohl davon auszugehen, dass in Ein- und Zweipersonenhaushalten tendenziell eher Fertigmahlzeiten und Ausser-Haus Konsum eine wichtige Rolle spielen sowie Mahlzeiten vorgekocht werden. Weitere Informationen zur gängigsten Zubereitungsmenge standen nicht zur Verfügung.

beispielsweise die angenommene Kochdauer nicht linear mit der Portionenanzahl zusammenhängt. In der Ergebnispräsentation wird die Belastung auf eine Portion umgerechnet.

Nicht bilanziert werden die Nutzung und die Reinigung von Geschirr und anderen Küchengeräten. Auch das gesamte Esszimmer sowie die Küche mit Möblierung und Beleuchtung sind ausserhalb des Betrachtungsrahmens.

2.2.7 Nahrungsmittelabfälle

Nahrungsmittelabfälle werden berücksichtigt, soweit sie nicht in der alleinigen Verantwortung des Konsumenten liegen. Die Abfälle in der Landwirtschaft, Verarbeitung und Distribution werden grob für einzelne Produktgruppen abgeschätzt (Flury et al. 2013a). Beim Konsumenten werden nur Rüstabfälle berücksichtigt, nicht aber Verderb bei Lagerung oder nach der Zubereitung.

2.2.8 Funktionelle Einheit

Die Produkte werden bis zum Teller bilanziert. Bei der Bilanzierung der Umweltbelastung wird ein Teil der Produkte mit einer Portion eines Einzelproduktes bilanziert. Für die anderen Beispielprodukte wird eine Portion eines zusammengesetzten Gerichts ausgewiesen. Die Portionengrössen richten sich nach den Empfehlungen der Schweizerischen Gesellschaft für Ernährung (SGE).

Für die konsumfertigen Produkte werden die Umweltbelastungen pro Portion, auch unter Berücksichtigung von spezifischen Nährwerten wie dem Proteingehalt, ausgewertet. Die Nährwertangaben beziehen sich in der Regel auf das konsumfertige Produkt. Bei getrockneten Bohnen wird beispielsweise angenommen, dass sie gekocht verzehrt werden.

2.2.9 Bewertungsmethode für Umweltbelastungen

Die Wirkungsabschätzung und Auswertung der Daten erfolgt mit der aktuellen Version der Software SimaPro 8 (PRé Consultants 2015).

Die Gesamtumweltbelastungen werden mit der Methode der ökologischen Knappheit 2013 (Frischknecht et al. 2013) bewertet. Ausserdem werden die Treibhausgasemissionen³ ausgewertet (IPCC 2013).

2.3 Hinweis bezüglich ISO-Konformität der Studie

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

In dieser Norm gelten besondere Anforderungen für Studien, die verschiedene Produkte vergleichen und veröffentlichen 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, wird nicht von der oben genannten ISO Norm gestützt. Wenn eine Übereinstimmung der ISO-Norm angestrebt wird, müssten die Umweltbelastungen für

³ exkl. RFI Faktor, Zeitspanne 100 Jahre

alle relevanten Umweltwirkungen (z. B. Landnutzung, Wasserverbrauch, Energiebedarf, Treibhausgasemissionen, etc.) auch 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 Ökobilanz einer kritischen Prüfung zu unterziehen. Da es sich hier um eine Pilotstudie handelt, wurde der externe Review nicht durchgeführt.

3 Datenerhebung

3.1 Ökobilanzierung

Die Datenerhebung erfolgt vor allem auf Grundlage von Literaturdaten und Anfragen an Hersteller für folgende vier Abschnitte des Lebenszyklus:

- Landwirtschaftlicher Anbau der Rohstoffe (Ertrag, Düngemittel, Pestizideinsatz, Dieserverbrauch)
- Verarbeitung zu einem typischen verkaufsfertigen Konsumprodukt (vor allem Energie- und Wasserverbrauch, Input pro Output und Food Waste)
- Distribution auf Basis des Verkaufspreises und eventuell notwendiger Kühlung
- Konsum (Heimtransport, Lagerung, Kühlung, Zubereitung, weitere Zutaten)

Die Modellierung der Sachbilanz erfolgt auf Grundlage der in der Literatur erhobenen Daten. Wo keine spezifischen Informationen zur Verfügung gestellt werden, wird mit den bereits verfügbaren aktuellen Daten (ecoinvent Centre 2010; LC-inventories 2015) beziehungsweise vertraulichen Daten der ESU-Datenbank (ESU 2015; Jungbluth et al. 2016, vgl. Kapitel 1.1) gerechnet. Weitere bis Mitte 2015 öffentlich verfügbare Daten, wie zum Beispiel Agri-footprint database (Blonk 2014), ecoinvent v3.1 (ecoinvent Centre 2014) und Agribalyse (Koch et al. 2015), wurden bei der Recherche und Datenerhebung berücksichtigt, aber nicht direkt im Inventar verknüpft.

Die neu erhobenen Daten werden im EcoSpold v1 Format vollständig dokumentiert. Ein ausführlicher Sachbilanzbericht und eine Validierung der Daten wird nicht gemacht. Wichtige Annahmen und Literaturquellen werden in einem englischsprachigen Anhang zum Bericht dokumentiert.

Die in diesem Projekt neu erhobenen Sachbilanzdaten werden auf der vom BAFU betriebenen Internetseite www.lc-inventories.ch im EcoSpold v1 Datenbankformat zur Verfügung gestellt. Da alle neu erhobenen Daten mit bestehenden Sachbilanzdaten der ESU data-on-demand verknüpft sind, können sie aber nicht direkt in SimaPro importiert werden. Dafür ist der Zukauf von ESU-Datensätzen bzw. eine Verknüpfung zu entsprechenden eigenen Datensätzen oder Datensätzen von Dritten notwendig.

Tab. 3.1 zeigt eine Übersicht zu den in diesem Projekt bilanzierten beziehungsweise verwendeten Datensätzen für die vier Verarbeitungsstufen.

Tab. 3.1 Übersicht zu den in diesem Projekt bilanzierten und verwendeten Datensätzen

Konsumfertiges Produkt		Sojamilch	Sonnenblumenke- me, geschält	Champignons, gedünstet	Sojabohnen, eingeweicht und gekocht	Kichererbse, aus der Dose, aufgewärmt	Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce	Birchermüesli	Kichererbse müese mit Rosinen und Reis	Linsengericht mit Polenta	Gemüse-Tofu- Reispfanne	Spaghetti Bolognese mit Sojagehacktem	Quorn in Champignonsauc- e, mit Nudeln
Datensatz Landwirtschaft	kg	soybeans, at farm/kg/BR U	sunflower IP, at farm/kg/CH U	white mushrooms, at farm/kg/CH U	soy beans IP, at farm/kg/CH U	chickpeas, at farm/kg/RNA U	chickpeas, at farm/kg/RNA U	almonds, with nutshell, at farm/kg/US U	chickpeas, at farm/kg/RNA U	lentils, at farm/kg/RAS U	soybeans, at farm/kg/BR U	soybeans, at farm/kg/BR U	mycoprotein, at plant/kg/GB U
Datensatz Verarbeitung	kg	soymilk, at plant/kg/CH U	sunflower seeds IP, dehulled, at plant/kg/CH U	white mushrooms, at plant/kg/CH U	soybeans IP, at plant/kg/CH U	chickpeas, canned, at plant/kg/RER U	falafel, at plant/kg/CH U	almonds, without nutshell, at regional storage/kg/US U	chickpeas, dried, at plant/kg/RNA U	lentils, at plant/kg/RAS U	tofu, at plant/kg/CH U	vegetarian mince, from soybean protein concentrate, at plant/kg/CH U	quorn mince, at plant/kg/GB U
Datensatz Distribution	kg	soymilk, at supermarket/kg/ CH U	sunflower seeds IP, dehulled, at supermarket/kg/ CH U	white mushrooms, at supermarket/kg/ CH U	soybeans IP, at supermarket/kg/ CH U	chickpeas, canned, production RER, at supermarket/kg/ CH U	falafel, at supermarket/kg/ CH U	almonds, without nutshell, at supermarket/kg/ CH U	chickpeas, dried, production RNA, at supermarket/kg/ CH U	lentils, at supermarket/kg/ CH U	tofu, at supermarket/kg/ CH U	vegetarian mince, from soybean protein concentrate, at supermarket/kg/ CH U	quorn mince, at supermarket/kg/ CH U
Datensatz Konsum	Portion	soymilk, at refrigerator/p/CH U	sunflower seeds, dehulled, at household/p/CH U	white mushrooms, stewed, at kitchen/p/CH U	soybeans, soaked and cooked, at kitchen/p/CH U	chickpeas, canned, warmed up, at kitchen/p/CH U	falafel with potatoes and yoghurt sauce with herbs, at kitchen/p/CH U	Bircher muesli, at kitchen/p/CH U	chickpeas with raisins and rice, at kitchen/p/CH U	brown lentils and carrots, at kitchen/p/CH U	rice pan with tofu and vegetables, at kitchen/p/CH U	spaghetti Bolognese with soya mince, at kitchen/p/CH U	quorn mince and champignon sauce, with noodles, at kitchen/p/CH U
Neu erhoben im Pilotprojekt													
ESU data-on-demand													
ecoinvent v2.2													

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. Dabei erfolgt die Bilanzierung grundsätzlich nach einer einheitlichen Methodik in Anlehnung an die Methodik der ecoinvent Daten v2.2. 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. 2013b; Jungbluth & Faist Emmenegger 2005; Jungbluth & Büsser 2008; Jungbluth et al. 2013a; Jungbluth et al. 2013b; Jungbluth et al. 2015; 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.

3.3 Rezepte

Die Rezepte sind für die Zubereitung von 4 Portionen angegeben. Für Gerichte werden die Gewichtsangaben für sämtliche Zutaten und die ungefähren Kochzeiten berücksichtigt. Alle verwendeten Rezepte für Einzelprodukte und Gerichte sind in Kapitel 8 dokumentiert.

3.4 Nährwerte

Die Angaben zu Nährwerten (Kalorien, Proteinen, biologische Wertigkeit etc.) wurden aus der Fachliteratur entnommen^{4,5} (SGE 2012) und sind im Kapitel 8.3 dokumentiert.

⁴ www.naehrwertdaten.ch; Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen.

⁵ www.naehrwertrechner.de; verwendet Daten des Deutschen Lebensmittelschlüssels vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.

4 Auswertung

4.1 Zusammenstellung der Umwelt-Kennwerte

Im Folgenden wird in Tab. 4.1, Tab. 4.2, Tab. 4.3 und Tab. 4.4 eine erste Übersicht zu den Umweltbelastungen für die in Tab. 3.1 gezeigten Produkte dokumentiert. Dargestellt wird jeweils die Gesamtumweltbelastung für das im Datensatz bilanzierte Produkt.

Dabei ist zu beachten, dass diese Werte nicht direkt verglichen werden können oder in direkter Relation zueinander stehen. Teilweise sind die Umweltbelastungen auf einer nachfolgenden Produktionsstufe geringer, da der Input weniger als 1 kg beträgt (zum Beispiel bei eingeweichten Kichererbsen). Teilweise steigen die Umweltbelastungen auf der nächsten Produktionsstufe erheblich an. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn Sonnenblumenkerne geschält werden und damit deutlich mehr als 1 kg Input notwendig ist.

Tab. 4.1 Umweltbelastung der Einzelprodukte in verschiedenen Produktionsstufen (UBP 2013 pro Einheit gem. Tab. 3.1)⁶

Landw. Rohprodukt	kg	Sojabohnen	Sonnenblumenkerne	Champignons	Sojabohnen	Kichererbsen
		5'105	5'822	1'720	6'705	3'573
Verarbeitetes Produkt	kg	Sojamilch	Sonnenblumenkerne, geschält	Champignons	Sojabohnen	Kichererbsen, in der Dose
		964	9'984	1'945	6'898	3'546
Distribuiertes Produkt	kg	Sojamilch	Sonnenblumenkerne, geschält	Champignons	Sojabohnen	Kichererbsen, in der Dose
		1'311	10'383	2'574	7'169	4'193
Konsumfertiges Produkt	Portion	Sojamilch	Sonnenblumenkerne, geschält	Champignons, gedünstet	Sojabohnen, eingeweicht und gekocht	Kichererbse, aus der Dose, aufgewärmt
		322	270	369	491	595

Tab. 4.2 Umweltbelastung der Gerichte und zugehöriger Produkte in verschiedenen Produktionsstufen, (UBP 2013 pro Einheit gem. Tab. 3.1)

Landw. Rohprodukt	kg	Kichererbsen	Mandeln, mit Schale	Kichererbsen	Linsen	Sojabohnen	Sojabohnen	Mykoprotein
		3'573	2'990	3'573	9'674	5'105	5'105	5'051
Verarbeitetes Produkt	kg	Falafel	Mandeln, geschält	Kichererbsen, getrocknet	Linsen, getrocknet	Tofu	Soja Gehacktes	Quorn Gehacktes
		3'577	5'699	3'907	10'253	2'658	5'819	10'473
Distribuiertes Produkt	kg	Falafel	Mandeln, geschält	Kichererbsen, getrocknet	Linsen, getrocknet	Tofu	Soja Gehacktes	Quorn Gehacktes
		4'424	6'454	4'427	10'834	3'151	6'542	11'681
Konsumfertiges Produkt	Portion	Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce	Birchermüesli	Kichererbsengemüse mit Rosinen und Reis	Linsengericht mit Polenta	Gemüse-Tofu-Reispfanne	Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem	Quorn in Champignonsauce mit Nudeln
		1'411	1'589	1'744	1'792	1'603	2'219	3'425

⁶ 0.12 kg Sojabohnen pro l Sojamilch; 1.67 kg Sonnenblumenkerne pro kg geschälter Sonnenblumenkerne; 0.55 kg Kichererbsen pro kg eingedoster Kichererbsen; 1.81 kg Mandeln pro kg geschälter Mandeln.

Tab. 4.3 Treibhausgasemissionen der Einzelprodukte in verschiedenen Produktionsstufen (kg CO₂-eq pro Einheit gem. Tab. 3.1)

Landw. Rohprodukt	kg	Sojabohnen	Sonnenblumenkerne	Champignons	Sojabohnen	Kichererbsen
		1.50	0.94	0.94	1.21	0.36
Verarbeitetes Produkt	kg	Sojamilch	Sonnenblumenkerne, geschält	Champignons	Sojabohnen	Kichererbsen, in der Dose
		0.51	1.74	1.07	1.33	1.29
Distribuiertes Produkt	kg	Sojamilch	Sonnenblumenkerne, geschält	Champignons	Sojabohnen	Kichererbsen, in der Dose
		0.68	1.96	1.45	1.48	1.72
Konsumfertiges Produkt	Portion	Sojamilch	Sonnenblumenkerne, geschält	Champignons, gedünstet	Sojabohnen, eingeweicht und gekocht	Kichererbse, aus der Dose, aufgewärmt
		0.18	0.05	0.21	0.11	0.26

Tab. 4.4 Treibhausgasemissionen der Gerichte und zugehöriger Produkte in verschiedenen Produktionsstufen (kg CO₂-eq pro Einheit gem. Tab. 3.1)

Landw. Rohprodukt	kg	Kichererbsen	Mandeln, mit Schale	Kichererbsen	Linsen	Sojabohnen	Sojabohnen	Mykoprotein
		0.36	0.69	0.36	1.77	1.50	1.50	2.44
Verarbeitetes Produkt	kg	Falafel	Mandeln, geschält	Kichererbsen, getrocknet	Linsen, getrocknet	Tofu	Soja Gehacktes	Quorn Gehacktes
		1.54	1.44	0.53	1.97	1.11	3.09	4.18
Distribuiertes Produkt	kg	Falafel	Mandeln, geschält	Kichererbsen, getrocknet	Linsen, getrocknet	Tofu	Soja Gehacktes	Quorn Gehacktes
		2.04	1.90	0.84	2.29	1.38	3.51	4.99
Konsumfertiges Produkt	Portion	Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce	Birchermüesli	Kichererbsengemüse mit Rosinen und Reis	Linsengericht mit Polenta	Gemüse-Tofu-Reispfanne	Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem	Quorn in Champignonsauce mit Nudeln
		0.63	0.57	0.63	0.55	0.76	0.89	1.35

4.2 Analyse der Umweltbelastung

4.2.1 Umweltbelastungen der Produkte aus Landwirtschaft, Verarbeitung und Distribution

Fig. 4.1 veranschaulicht die in Tab. 4.1 und Tab. 4.2 aufgelistete Umweltbelastung der landwirtschaftlichen Rohprodukte, der verarbeiteten Produkte sowie der im Supermarkt distribuierten Produkte. Die Daten werden also so ausgewertet, wie sie in der Sachbilanz erfasst wurden. Eine Analyse, wie hoch die Umweltbelastungen in den einzelnen Produktionsstufen sind, erfolgt erst später in Kapitel 4.5 und Tab. 4.6.

Die Umweltbelastung pro kg nimmt, wie bereits in Kapitel 4.1 erwähnt, zwischen dem landwirtschaftlichen Rohprodukt und dem verarbeiteten Produkt nicht zwingend zu. Dies liegt daran, dass für das verarbeitete und im Supermarkt angebotene Produkt nicht immer 1 kg des Landwirtschaftsprodukts notwendig ist. Für 1 kg Sojamilch ist zum Beispiel nur ein Bruchteil dieser Menge vom entsprechenden Landwirtschaftsprodukt Sojabohne nötig. Dasselbe Muster ist bei Tofu erkennbar. Durch den erhöhten Wassergehalt sinkt die Umweltbelastung pro kg dieses verarbeiteten Produkts.

Dem gegenüber steht der starke Anstieg der Umweltbelastung zwischen Landwirtschaftsprodukt und verarbeitetem Produkt bei den geschälten Sonnenblumenkernen und Mandeln. In diesem Fall wird wieder von einer stark veränderten Menge vom landwirtschaftlichen Ausgangsprodukt ausgegangen. Aufgrund der Schälung wird für 1 kg des verarbeiteten Produkts deutlich mehr als 1 kg des landwirtschaftlichen Produktes benötigt.

Die untersuchten Lebensmittel weisen in der Form, in der sie im Supermarkt verkauft werden, sehr unterschiedliche Umweltbelastungen auf. Während Sojamilch (pro kg) weniger als 2000 Umweltbelastungspunkte aufweist, liegt der entsprechende Wert für Quorn Gehacktes (pro kg) bei über 11'000 Umweltbelastungspunkten. Dies lässt aber noch keine Rückschlüsse zu, welches Produkt aus Umweltsicht zu empfehlen ist, da die Produkte hinsichtlich des Nährwertes recht unterschiedlich sind.

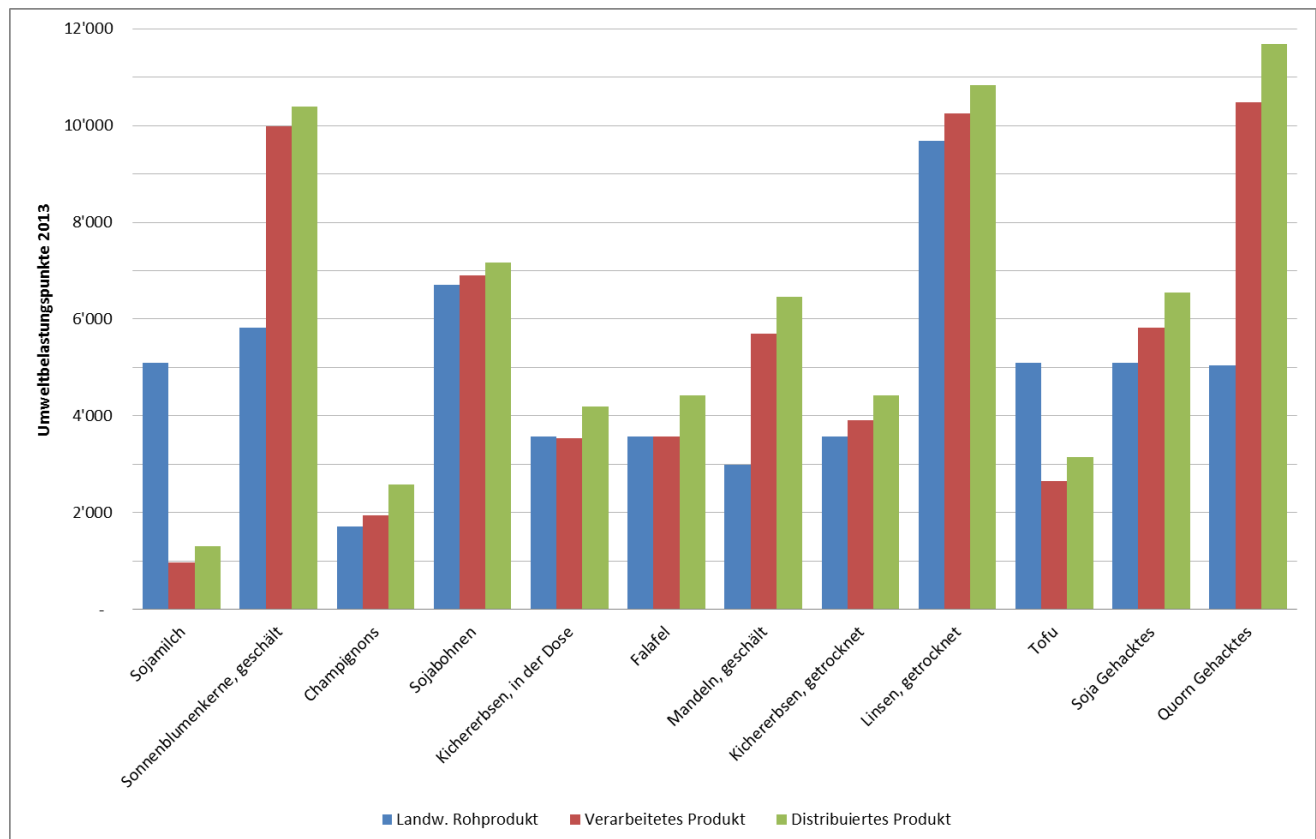


Fig. 4.1 Umweltbelastung der untersuchten Produkte nach erreichter Produktionsstufe (UBP pro kg)

4.2.2 Umweltbelastungen aller konsumfertigen Produkte

Fig. 4.2 veranschaulicht die in Tab. 4.1 und Tab. 4.2 aufgelistete Umweltbelastung der Einzelprodukte und Gerichte. Es wird deutlich, dass die Einzelprodukte (dargestellt in grüner Farbe) tendenziell eine tiefere Umweltbelastung aufzeigen als die Gerichte (dargestellt in blauer Farbe). Der Ursprung der Umweltbelastungspunkte wird in Kapitel 4.5 weiter aufgegliedert. Ein direkter Vergleich der Einzelprodukte und Gerichte pro kg ist nicht sinnvoll.

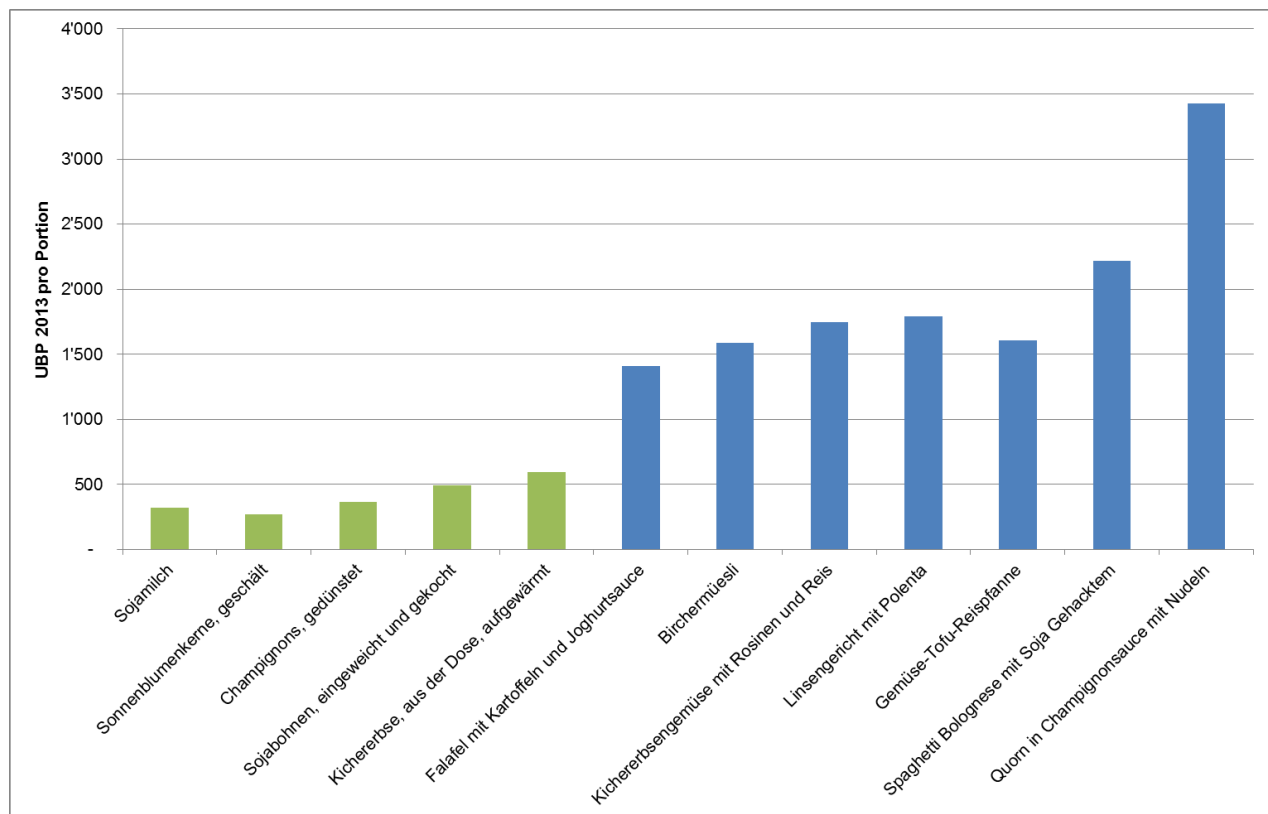


Fig. 4.2 Umweltbelastung aller konsumfertigen Produkte (Einzelprodukte (grün) und Gerichte (blau)) (UBP 2013 pro Portion)

4.2.3 Analyse nach Wirkungskategorien

Fig. 4.3 und Fig. 4.4 zeigen die Umweltbelastung der untersuchten Produkte bis zu einer Produktionsstufe, aufgegliedert in die Wirkungskategorien. Im Fokus stehen die relativen Anteile der Wirkungskategorien an der gesamten Umweltbelastung der bilanzierten Produkte. Für alle Produkte ist der relative Anteil der Wirkungskategorien an der gesamten Anzahl Umweltbelastungspunkte ausgerechnet. Dabei analysiert zum Beispiel die Säule Distribution alle Umweltbelastungen von der Landwirtschaft bis zum Supermarkt.

Bei vielen Produkten fällt auf, dass die Wirkungskategorien Landnutzung, Klimawandel, Luftschadstoffe und Staub sowie Wasserschadstoffe sich abheben.

Die Landnutzung fällt bei der landwirtschaftlichen Produktionsstufe am stärksten ins Gewicht. Dasselbe gilt auch für die Wirkungskategorie Wasserschadstoffe. Diese beiden Wirkungskategorien machen den grössten Anteil von der Gesamtumweltbelastung landwirtschaftlicher Rohprodukte aus. Beide Feststellungen sind einfach nachvollziehbar, da der Anbau von Landwirtschaftsprodukten mehr Raum, Dünger oder Pestizide benötigt, als dies bei der späteren Verarbeitung und Distribution der Fall ist. Eine Ausnahme bilden die Champignons, welche nicht auf dem Feld gezeitet werden.

Der Anteil der Wirkungskategorien Klimawandel und Luftschadstoffe und Staub an der Gesamtumweltbelastung nimmt bei der Verarbeitung, der Distribution und der Zubereitung zu (im

Vergleich zur landwirtschaftlichen Produktion). Durch die bei der Verarbeitung, der Lagerung, und dem Transport aufgewendete Energie werden diese Wirkungskategorien mit fortschreitender Produktionsstufe bedeutender.

Bei der Wirkungskategorie Schwermetalle im Boden gibt es auch negative Werte. Gemäss ecoinvent Methodik werden Schwermetallaufnahme der Pflanzen und Einträge durch Dünger und Pestizide saldiert (Nemecek et al. 2007). Deshalb beginnen einige Balken bereits im Minusbereich. Theoretisch gelangen die aufgenommenen Schwermetalle später teilweise über essbare Anteile in den Verdauungstrakt des Menschen. Für eine vollständig geschlossene Bilanz fehlen in der Regel aber die notwendigen und vergleichbaren Angaben für alle involvierten Prozessschritte.

Das Rohprodukt Sojabohne in Sojamilch weist eine andere Verteilung der Umweltwirkung im Vergleich zu Sojabohne in Sojabohne eingeweicht und gekocht auf. Für Sojamilch wird der Datensatz für Sojabohnen aus Brasilien gezeigt.⁷ Für “Sojabohne eingeweicht und gekocht” wird der Datensatz für Sojabohnen IP aus der Schweiz verwendet.

⁷ Für Sojaprodukte wurde ein Mix verschiedener Anbauregionen berücksichtigt. Dafür ist kein eigener Datensatz vorhanden. Als Beispiel wird hier der Wert für den Anbau von Soja aus Brasilien gezeigt. Dieser ist aber nicht vollständig repräsentativ für das verarbeitete Produkt.

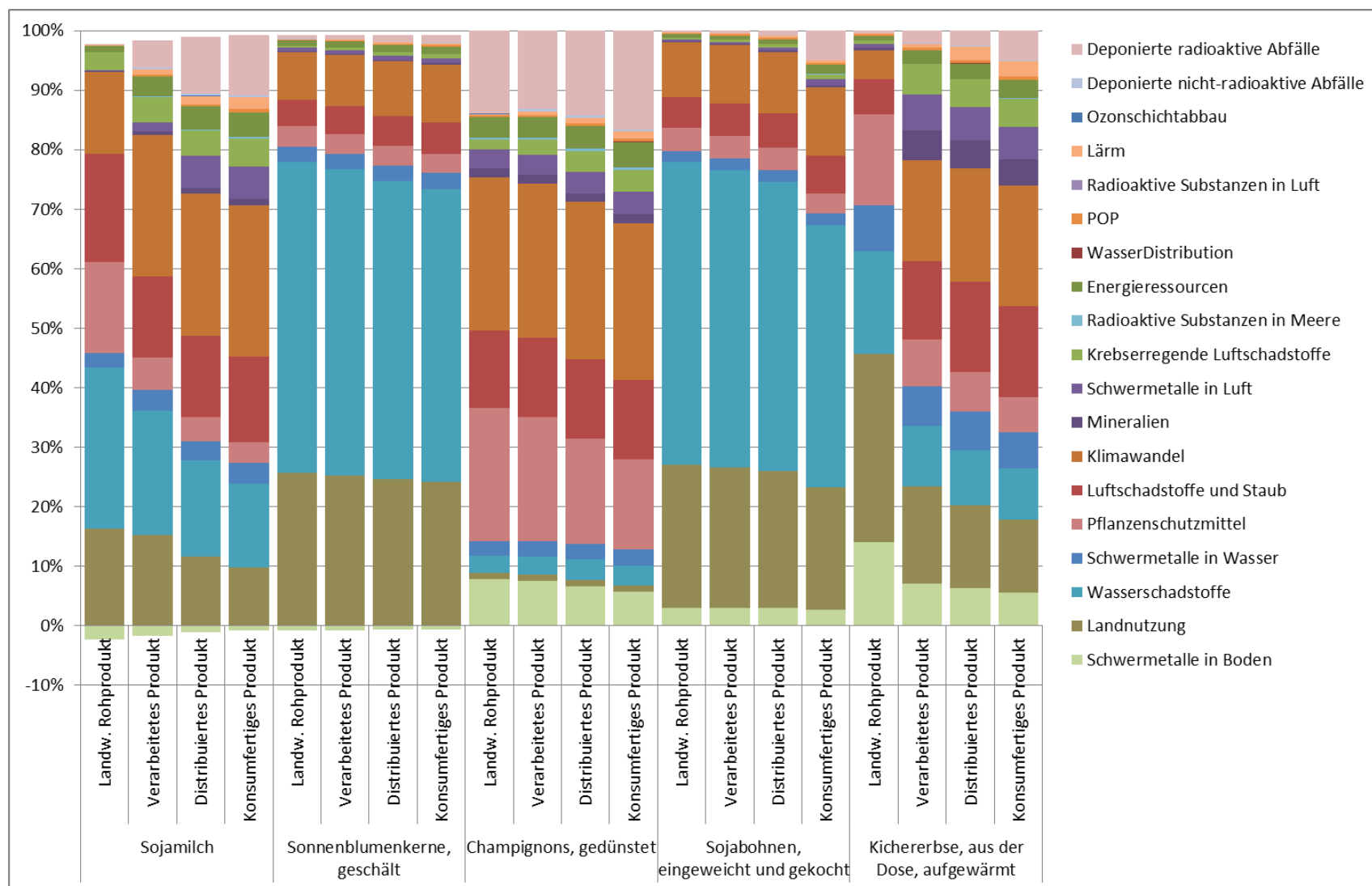


Fig. 4.3 Umweltbelastung aller Einzelprodukte und Produktionsstufen, aufgegliedert in Wirkungskategorien der Methode der ökologischen Knappheit 2013

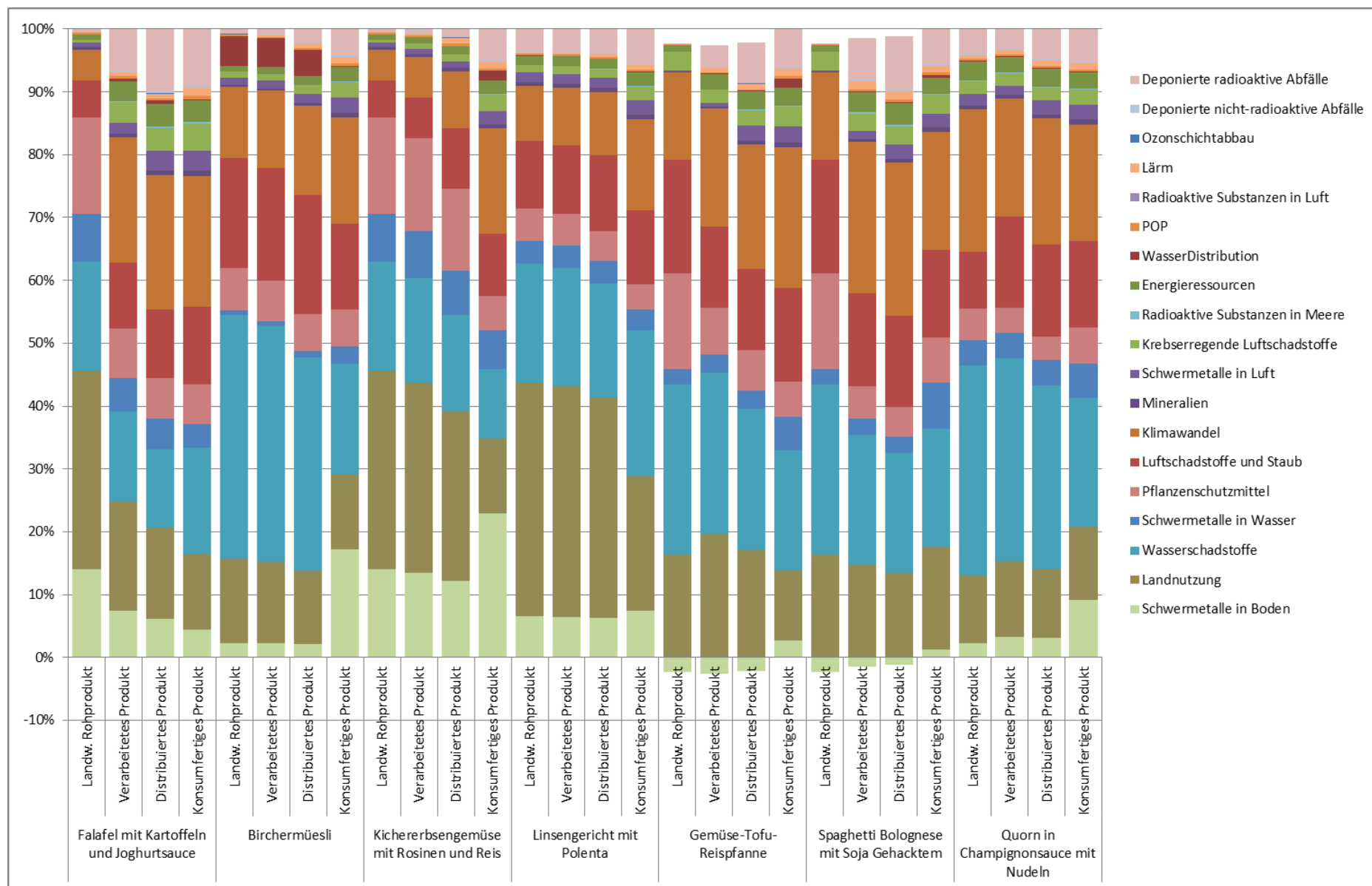


Fig. 4.4 Umweltbelastung aller Gerichte und Produktionsstufen, aufgeteilt in Wirkungskategorien der Methode der ökologischen Knappheit 2013

4.3 Exkurs Sojaanbau

Für einige Sojaprodukte in dieser Studie, die im Rahmen der ESU data-on-demand bilanziert wurden, wird jeweils ein Mix verschiedener Anbauregionen angenommen.⁸ Fig. 4.5 zeigt eine Gegenüberstellung der Ergebnisse für die in der ecoinvent Datenbank verfügbaren Produkte. Eine negative Bewertung der Schwermetallaufnahmen und Abgaben erfolgt im Saldo nur bei den brasilianischen und US-amerikanischen Produkten. Die Gegenüberstellung in diesem Beispiel zeigt auch, dass sich die Umweltbelastungen des landwirtschaftlichen Anbaus je nach Region deutlich unterscheiden können. Alle Ergebnisse in diesem Bericht sind also als Beispiele zu verstehen und nicht als repräsentativer Mix aller möglichen Anbauregionen.

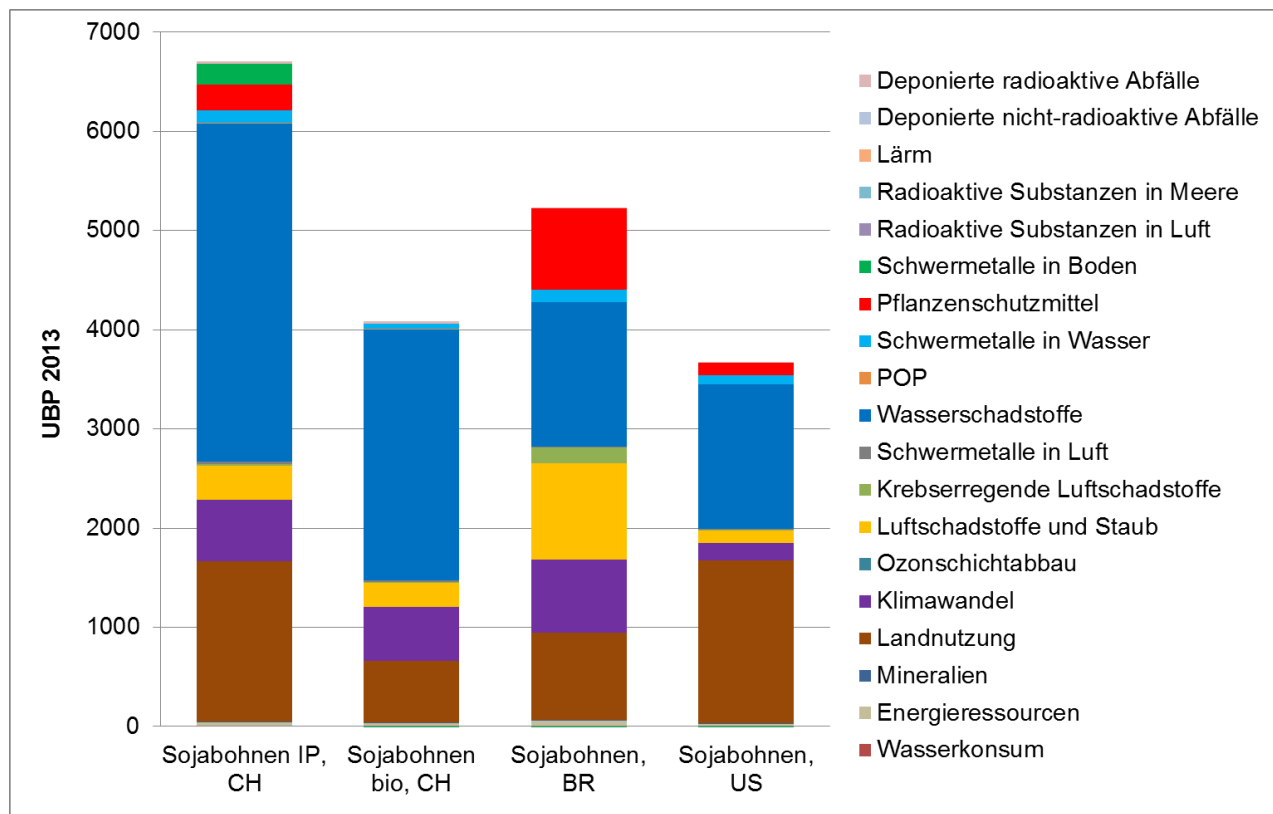


Fig. 4.5 Umweltbelastung verschiedener Soja Anbauregionen, aufgegliedert in die Wirkungskategorien (UBP pro kg)

4.4 Treibhausgasbilanz

4.4.1 Carbon Footprint der untersuchten Produkte

Eine Analyse der Treibhausgasbilanz der verschiedenen Produkte (Fig. 4.6) zeigt ähnliche Werte für fast alle im Supermarkt angebotenen Produkte. Einzig das Produkt „Quorn Gehacktes“ weist einen mehr als doppelt so hohen Ausstoss an kg CO₂-eq pro kg als die anderen Produkte auf. Die hohe Treibhausgasbilanz dieses Produkts liegt im hohen Energiebedarf bei dessen Herstellung begründet.

Die Treibhausgasbilanz nimmt nicht immer mit fortlaufender Produktionsstufe zu, da die verarbeiteten Produkte pro kg unterschiedliche Mengen vom landwirtschaftlichen Ausgangsprodukt enthalten. Für Fig. 4.6 gelten dieselben Einschränkungen, wie sie im Beschrieb zu Fig. 4.1 bereits genannt sind.

⁸ Estimated share of BR (50%), US (45%), CH (5%).

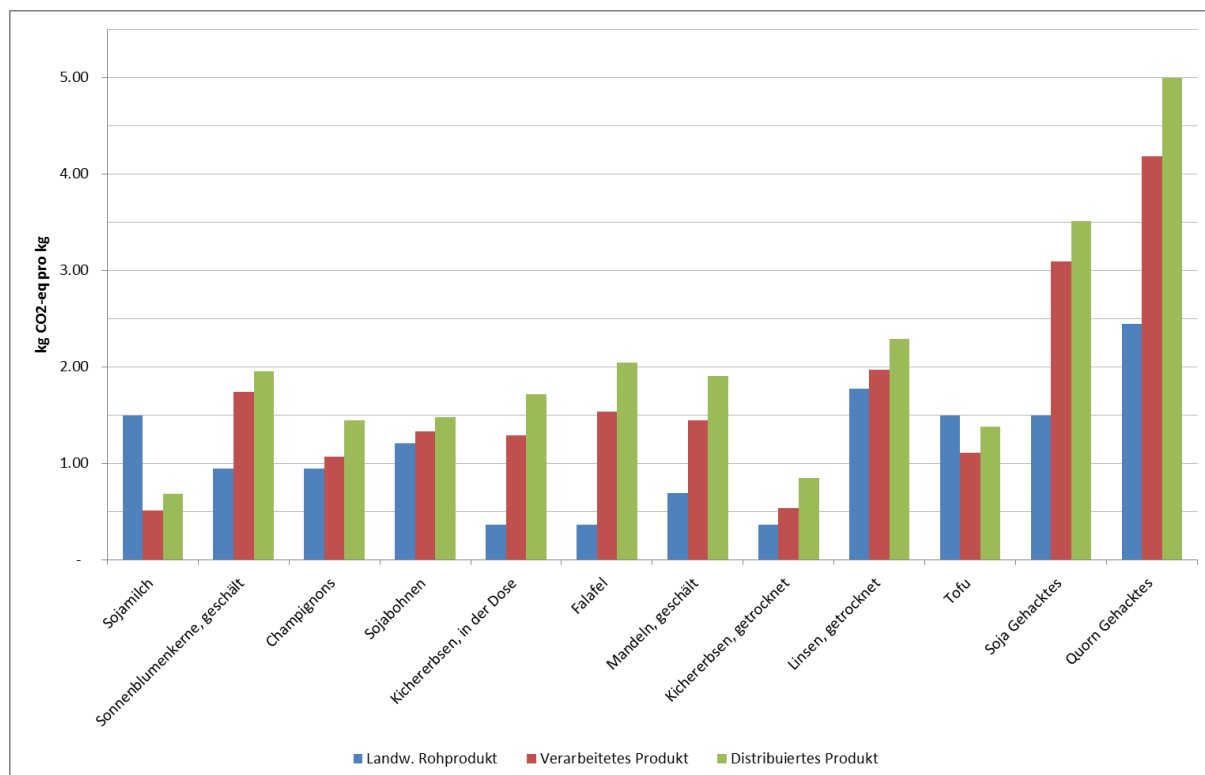


Fig. 4.6 Treibhausgasbilanz bis zu einer bestimmten Produktionsstufe (kg CO₂-eq pro kg Produkt)

Fig. 4.7 zeigt die Treibhausgasemissionen der verschiedenen konsumfertigen Produkte (Einzelprodukte in grüner Farbe, Gerichte in blauer Farbe). Die Abbildung bezieht sich auf die Werte, wie sie in Tab. 4.3 und Tab. 4.4 aufgelistet sind. Ein Vergleich von Produkten auf Grundlage dieser Darstellung ist jedoch nicht sinnvoll, da hierfür auch der Nährwert berücksichtigt werden muss.

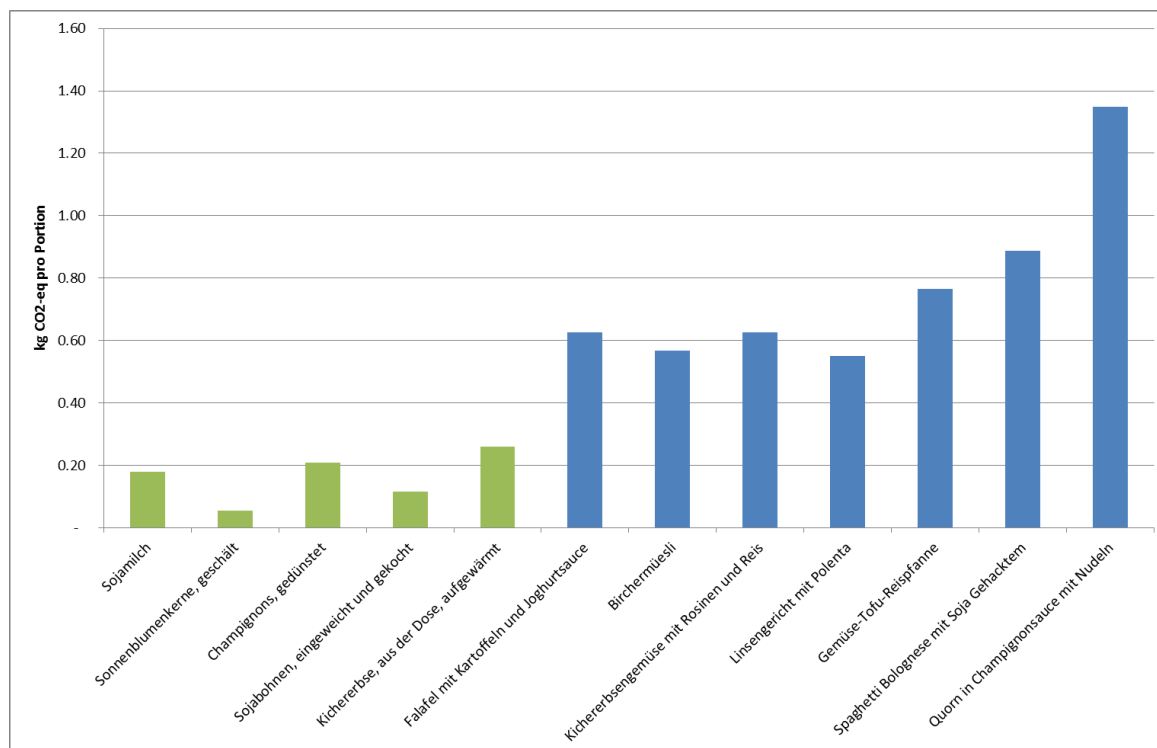


Fig. 4.7 Treibhausgasbilanz aller konsumfertigen Produkte (Einzelprodukte (grün) und Gerichte (blau)) (kg CO₂-eq pro Portion)

4.4.2 Vergleich mit Literaturwerten

In Tab. 4.5 werden die in dieser Studie neu berechneten Ergebnisse für Treibhausgasemissionen mit verfügbaren Literaturwerten verglichen.

4.4.2.1 Kichererbsen

Die Literaturwerte für den landwirtschaftlichen Anbau liegen in der gleichen Grössenordnung wie die Ergebnisse aus dieser Studie. Blonk 2015 steht dabei für die verwendeten Daten in der Agri-Footprint 2.0 Datenbank. Der in ebendieser Quelle um rund 10 % höhere Wert hinsichtlich eingedoster Kichererbsen gründet in der unterschiedlichen Zusammensetzung der verwendeten Kichererbsen. Blonk 2015 verwendet dabei auch Kichererbsen australischer Herkunft, welche in derselben Quelle mit 3.34 kg CO₂-eq pro kg Kichererbsen eine sehr hohe Treibhausgasbilanz aufweisen. Zu dem relativ hohen Wert in der von Carbon Trust für Tesco PLC 2012 erstellten Treibhausgasbilanz hinsichtlich getrockneten Kichererbsen liegen keine näheren Informationen vor.

4.4.2.2 Linsen

Die Literaturwerte für den landwirtschaftlichen Anbau von Linsen unterscheiden sich stark voneinander. Die grossen Unterschiede in Blonk 2015 zwischen den verschiedenen Referenzregionen liegen in der unterschiedlichen Bewertung der Landumwandlung und damit einhergehenden CO₂-Emissionen begründet. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind innerhalb der Spanne der gefundenen Literaturwerte. Keine der Quellen bezieht sich jedoch auf die Referenzregion dieser Studie (RAS). Der in dieser Studie eher hohe Wert begründet sich unter anderem durch den im Vergleich zu Nordamerika niedrigeren Ertrag und die notwendige Bewässerung.

Der in Tesco PLC 2012 genannte Wert für im Supermarkt angebotene getrocknete Linsen liegt in der gleichen Grössenordnung wie das Ergebnis unserer Studie.

4.4.2.3 Falafel

Die in Head et al. 2011 und Head 2014 gelisteten Werte liegen markant höher als das Ergebnis unserer Studie. In beiden Berichten wird Broekema & Blonk 2009 als Quelle genannt. Im entsprechenden Dokument wurden aber keine näheren Informationen gefunden.

4.4.2.4 Mykoprotein

Die Ergebnisse dieser Studie liegen deutlich höher, als die von Quorn Foods in 2015 publizierten Werte. Zu den vergleichsweise tiefen Werten in Quorn (2015) sind keine detaillierten Informationen veröffentlicht, weshalb die Unterschiede nicht abschliessend erklärt werden können. Im Kapitel zur Erhebung der Sachbilanzdaten werden diese Unterschiede soweit möglich im Detail erläutert.

4.4.2.5 Tofu

Die Ergebnisse in dieser Studie liegen deutlich unter den Ergebnissen in Head (2014) und Head et al. (2011). Die Unterschiede sind nicht abschliessend erklärbar, da die entsprechenden Quellen ihre Annahmen nicht offenlegen.

4.4.2.6 Soja Gehacktes

Literaturdaten wurden nicht gefunden.

4.4.2.7 Tabellarische Darstellung der Literaturwerte

Tab. 4.5 Vergleich der Treibhausgasemissionen pro Einheit und Verarbeitungsstufe mit Literaturwerten (Treibhausgasemissionen (kg CO₂-eq) pro Einheit gemäss Tab. 3.1)⁹

Literaturquelle	LW Anbau	inkl. Produktion	inkl. Distribution	inkl. Konsum	Referenzregion und Erläuterungen
Kichererbsen, in der Dose					
Diese Studie	0.36	1.29			RER
Blonk 2015	0.43	1.62			Produktion in NL; Herkunft der Kichererbsen ist zu je einem Drittel aus AU, US, und IN gerechnet.
Kichererbsen, getrocknet					
Diese Studie	0.36		0.93		RNA
Muthu 2015	0.25-0.46				Keine Angabe
Blonk 2015	0.43				US
Desjardins et al. 2014	0.53-0.58				US
Tesco PLC 2012			2.00		Keine Angabe
Environmental Working Group 2011 (p. 43)	0.13				Bezieht sich auf Produktion von Alfalfa in den US.
Linsen					
Diese Studie	1.77		2.29		RAS, mit Bewässerung
Blonk 2015	0.43				CA
Blonk 2015	3.34				AU
Muthu 2015	0.16-0.24				Keine Angabe
Desjardins et al. 2014	0.57				US
Tesco PLC 2012			2.00		Keine Angabe; Bezieht sich auf das Produkt «Tesco Red Split Lentils, 500g»
Environmental Working Group 2011	0.54				US
Falafel					
Diese Studie			2.04		
Head 2014			3.20		
Head et al. 2011			2.51		
Quorn					
Diese Studie	2.44	4.18	4.99		
Smetana et al. 2015			5.55-6.15		Bezieht sich generell auf Mykoprotein-basierte Produkte
Quorn 2015	1.60	2.40	3.60		Berechnung durch Carbon Trust; Daten telefonisch mit Quorn Foods besprochen. LW Anbau bezieht sich auch Mykoprotein; alle Werte entsprechend cradle-to-gate;
Head 2014		2.51			
Head et al. 2011		1.10-2.40 ¹⁰			Mykoprotein wird mit

⁹ GLO (Global), RAS (Asia and the Pacific), RER (Rest of Europe), RNA (North America); AU (Australia), CA (Canada), IN (India), NL (Netherlands), US (United States).

Literaturquelle	LW Anbau	inkl. Produktion	inkl. Distribution	inkl. Konsum	Referenzregion und Erläuterungen
					Zuckerrohr produziert.
Finnigan 2010	2.40	6.80			Mykoprotein wird mit Glukose produziert.
Broekema & Blonk 2009		2.60			Mykoprotein wird mit ungenanntem Getreide produziert.
Tofu					
Diese Studie		1.11	1.38	-	Tofu wird auf konsumfertiger Stufe in einem Gericht bilanziert.
Smetana et al. 2015				2.65-2.78	Bezieht sich generell auf Sojamehl-basierte Produkte
Head 2014			3.03		Bezieht sich auf Tofu, „certified“
Head 2014			4.93		Bezieht sich auf Tofu, „uncertified“
ecoinvent Centre 2014 (v3.1)		0.549			GLO; Einige Fehler in der Sachbilanz bereits identifiziert
Blonk 2008		2.00			

10

A significant difference exists (more than a factor 2) between Superwijzer (Head et al. 2011) and Broekema and Blonk (2009) for Quorn mince. This is related to the way in which the mycoprotein (the main ingredient in Quorn) is modelled. Broekema and Blonk (2009) modelled mycoprotein as a specific crop without indicating which crop was used. Mycoprotein in Head et al. was modelled assuming that the crop is cane sugar, which is used 1:1 as a substrate for growing fungus.

4.5 Analyse der konsumfertigen Produkte (Einzelprodukte)

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse für das Endprodukt hinsichtlich des Beitrages verschiedener Produktionsstufen im Detail analysiert. Dabei steht jeweils der Eiweisslieferant, der in dieser Studie neu bilanziert wurde, im Fokus der Analyse.

4.5.1 Sojamilch

Fig. 4.8 analysiert die Umweltbelastung einer Portion Sojamilch. Die Belastung aus dem landwirtschaftlichen Anbau und die Belastung aus der Verarbeitung (Sojamilch Produktion) ist in etwa gleich gross. Bei allen Produktionsstufen entsteht eine Belastung hinsichtlich der Kategorie Klimawandel. Bei der Verarbeitung sind die Verpackung in der Getränkeverpackung und der Wärmebedarf die relevantesten Faktoren. Die Kategorie Deponierte radioaktive Abfälle spielt bei der Verarbeitung, der Distribution und dem Konsum eine Rolle wegen der dortigen Stromverbräuche. Der Heimtransport und die gekühlte Lagerung werden zusammen in einer Kategorie (Konsum Sojamilch) dargestellt.

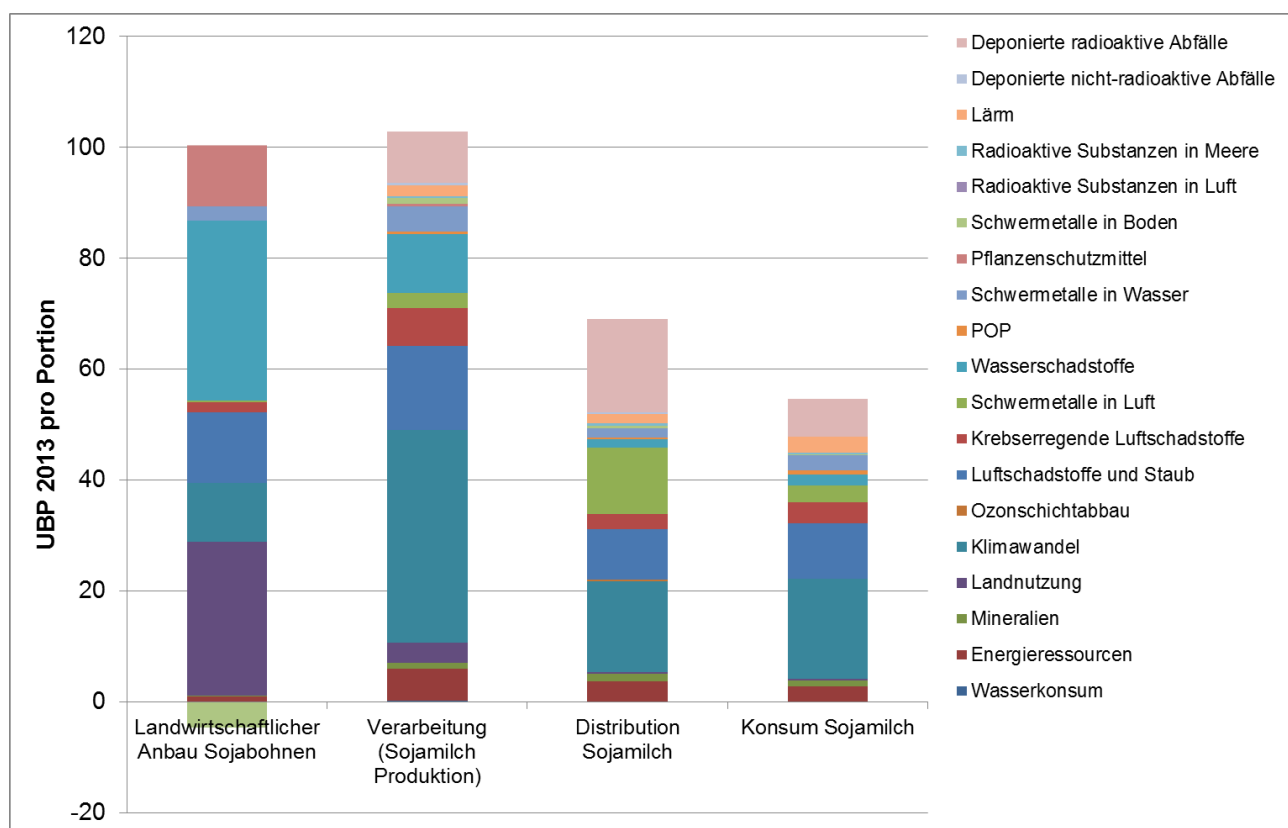


Fig. 4.8 Anteil von wichtigen Prozessschritten für die Gesamtumweltbelastung einer Portion Sojamilch (200 ml)

4.5.2 Sonnenblumenkerne

Fig. 4.9 analysiert die Umweltbelastung einer Portion geschälter Sonnenblumenkerne. Fast die gesamte Umweltbelastung ist dem landwirtschaftlichen Anbau der Sonnenblumenkerne zuzuordnen. Die durch die Verarbeitung, die Distribution und den Konsum verursachten Umweltbelastungen sind vergleichsweise sehr gering.

Die Umweltwirkung des landwirtschaftlichen Anbaus von Sonnenblumenkernen setzt sich hauptsächlich aus den Wirkungskategorien Wasserschadstoffe und Landnutzung zusammen. Die Umweltbelastung hinsichtlich dieser beiden Wirkungskategorien ist grösstenteils auf die Gründung zurückzuführen.

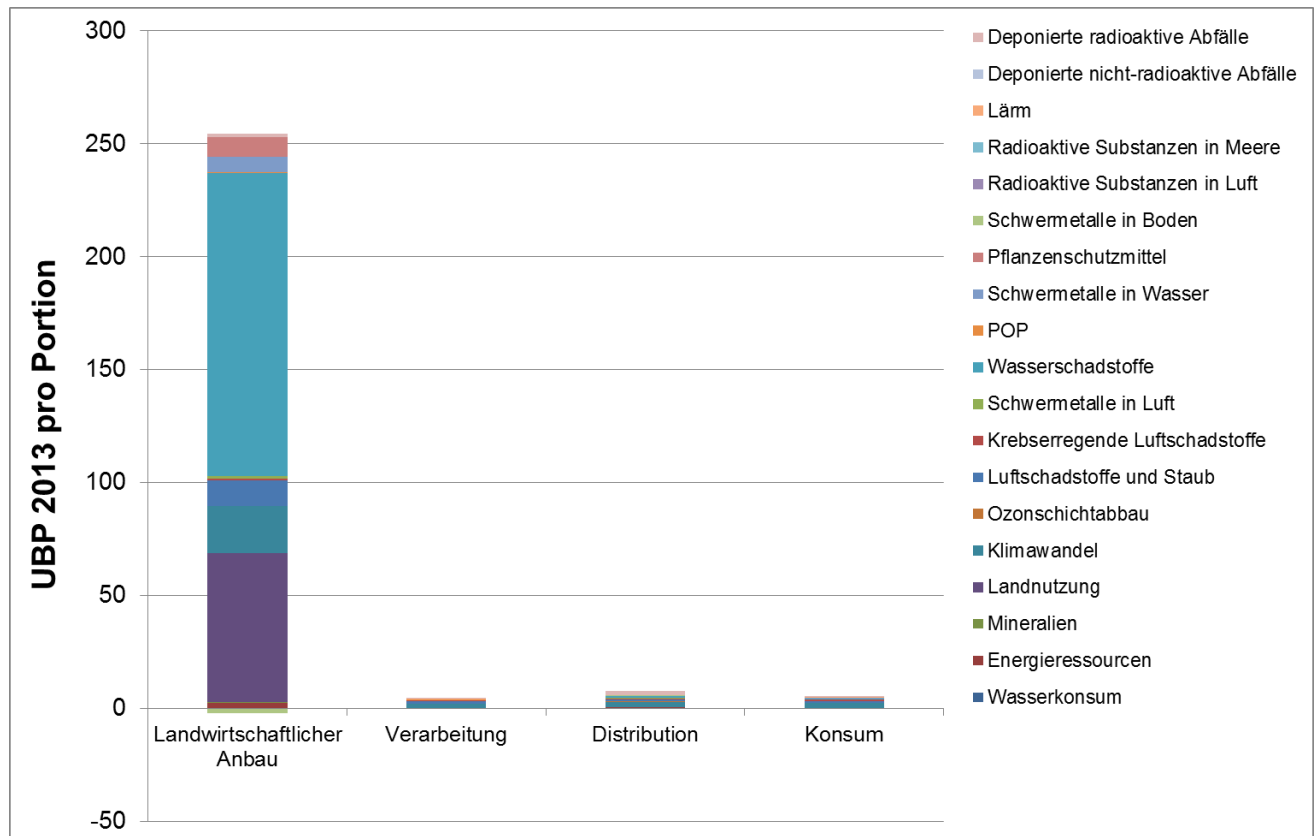


Fig. 4.9 Anteil von wichtigen Prozessschritten für die Gesamtumweltbelastung einer Portion Sonnenblumenkerne, geschält (25 g)

4.5.3 Champignons, gedünstet

Die Umweltbelastung einer Portion gedünsteter Champignons ist mehrheitlich auf deren Produktion zurückzuführen (vgl. Fig. 4.10). Die Verarbeitung der Champignons, in diesem Fall beinhaltet dies nur die Verpackung, erhöht die Umweltbelastung nur geringfügig. Und auch die Distribution und der Konsum (Heimtransport, Zubereitung) spielen bei Champignons hinsichtlich der Umweltwirkung nur eine Nebenrolle.

Der Anbau von Champignons ist insbesondere hinsichtlich der Wirkungskategorien Klimawandel und Pflanzenschutzmittel relevant. Die Wirkungskategorie Klimawandel wird dabei hauptsächlich durch den Strom- und Erdgasbedarf im Treibhaus, wie auch durch den Gebrauch von Kompost bestimmt.

Es ist zu erwähnen, dass für das Dünsten kein Öl miteinberechnet ist. Der Heimtransport macht einen einstelligen Prozentsatz der gesamten Umweltbelastung einer Portion Champignons aus und ist der Kategorie Konsum zugeordnet.

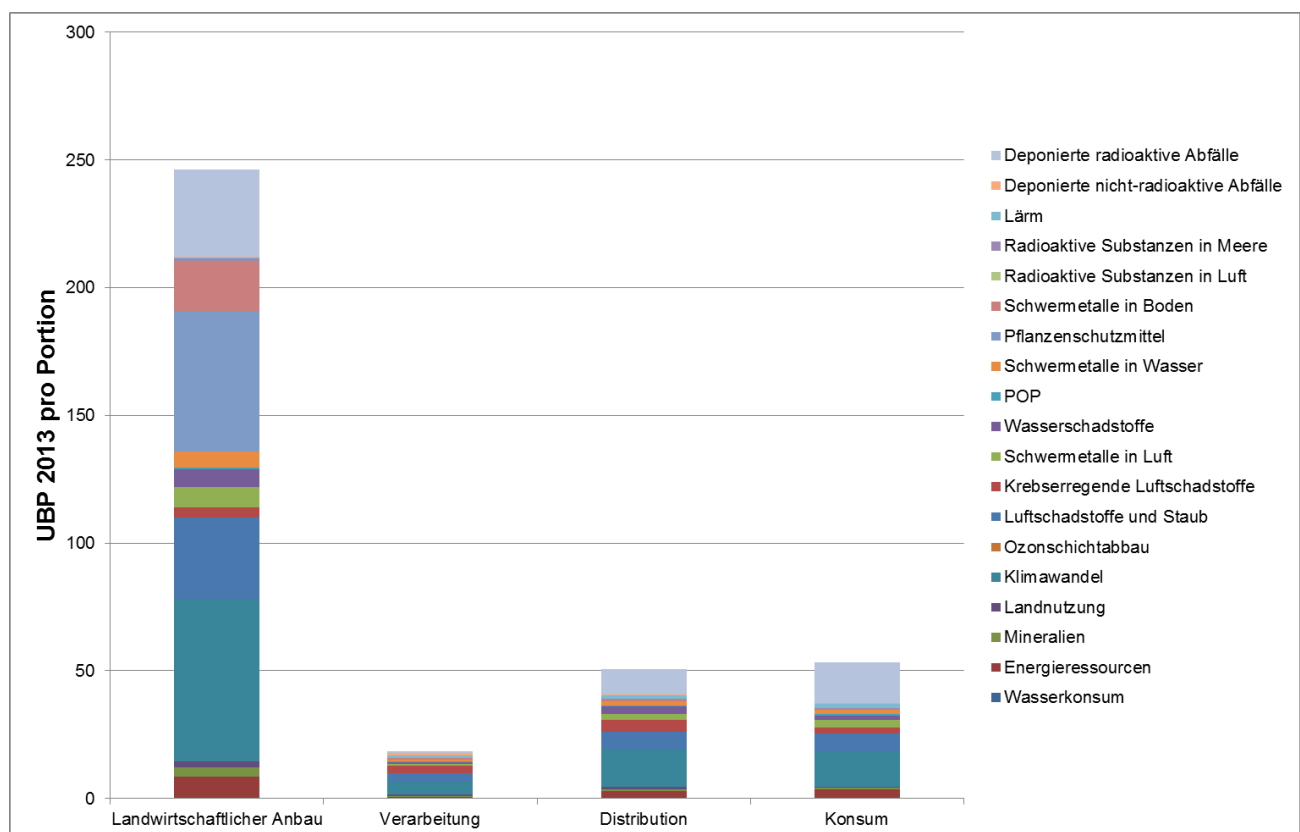


Fig. 4.10 Anteil von wichtigen Prozessschritten für die Gesamtumweltbelastung einer Portion Champignons, gedünstet (120 g)

4.5.4 Sojabohnen, eingeweicht und gekocht

Fig. 4.11 zeigt die Umweltwirkung einer Portion eingeweichter und gekochter Sojabohnen aus der Schweiz, aufgeteilt auf die einzelnen Produktionsstufen. Der Anbau der Sojabohnen liefert den bedeutendsten Beitrag. Die in Fig. 4.11 zusammen dargestellte Umweltbelastung der Produktionsstufen Landwirtschaftlicher Anbau und Verarbeitung ist fast vollumfänglich dem landwirtschaftlichen Anbau zuzuordnen. Weiter zeigt dieselbe Abbildung den äusserst geringen Anteil von Distribution und Konsum an der gesamten Umweltbelastung von einer Portion Sojabohnen auf. Das Kochen der Sojabohnen (Zubereitung) ist der Hauptaspekt beim Konsum und verursacht im Vergleich zur gesamten Umweltbelastung einer Portion Sojabohnen eine relativ geringe Umweltbelastung.

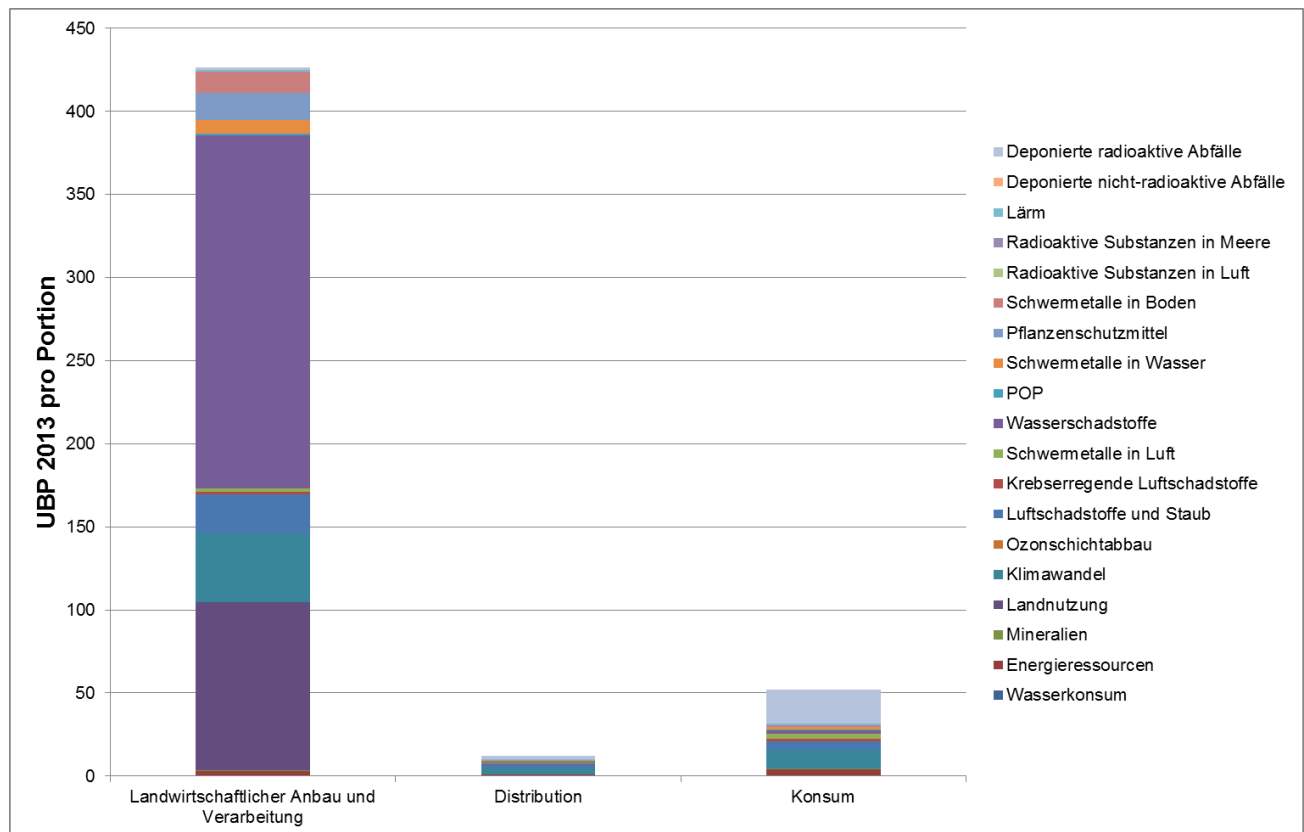


Fig. 4.11 Anteil von wichtigen Prozessschritten für die Gesamtumweltbelastung einer Portion Sojabohnen, eingeweicht und gekocht (60 g)

4.5.5 Kichererbsen, aus der Dose, aufgewärmt

Fig. 4.12 zeigt den Anteil der einzelnen Produktionsstufen an der gesamten Umweltbelastung einer Portion aufgewärmter Kichererbsen aus der Dose. Es wird ersichtlich, dass die Verarbeitung und Verpackung von Kichererbsen eine ebenso hohe Umweltbelastung wie deren landwirtschaftlicher Anbau verursacht.

Die Umweltbelastung beim landwirtschaftlichen Anbau wird mehrheitlich durch die Wirkungskategorien Landnutzung, Wasserschadstoffe und Pflanzenschutzmittel bestimmt. Die Verwendung von beschichtetem Stahlblech (ca. 50 g pro Dose) für die Verpackung führt dazu, dass die Produktionsstufe Verarbeitung eine hohe Umweltbelastung aufweist. Aufgrund des hohen Wassergehalts in diesem Produkt und damit einem relativ hohen Transportgewicht wird für die Distribution und den Heimtransport viel Energie benötigt. Dies führt dazu, dass Distribution und Konsum in Fig. 4.12 ebenfalls relevant ausfallen. Die für das Aufwärmen benötigte Energie (Zubereitung) macht im Vergleich zum Heimtransport nur einen sehr kleinen Anteil der durch den Konsum verursachten Umweltbelastung aus.

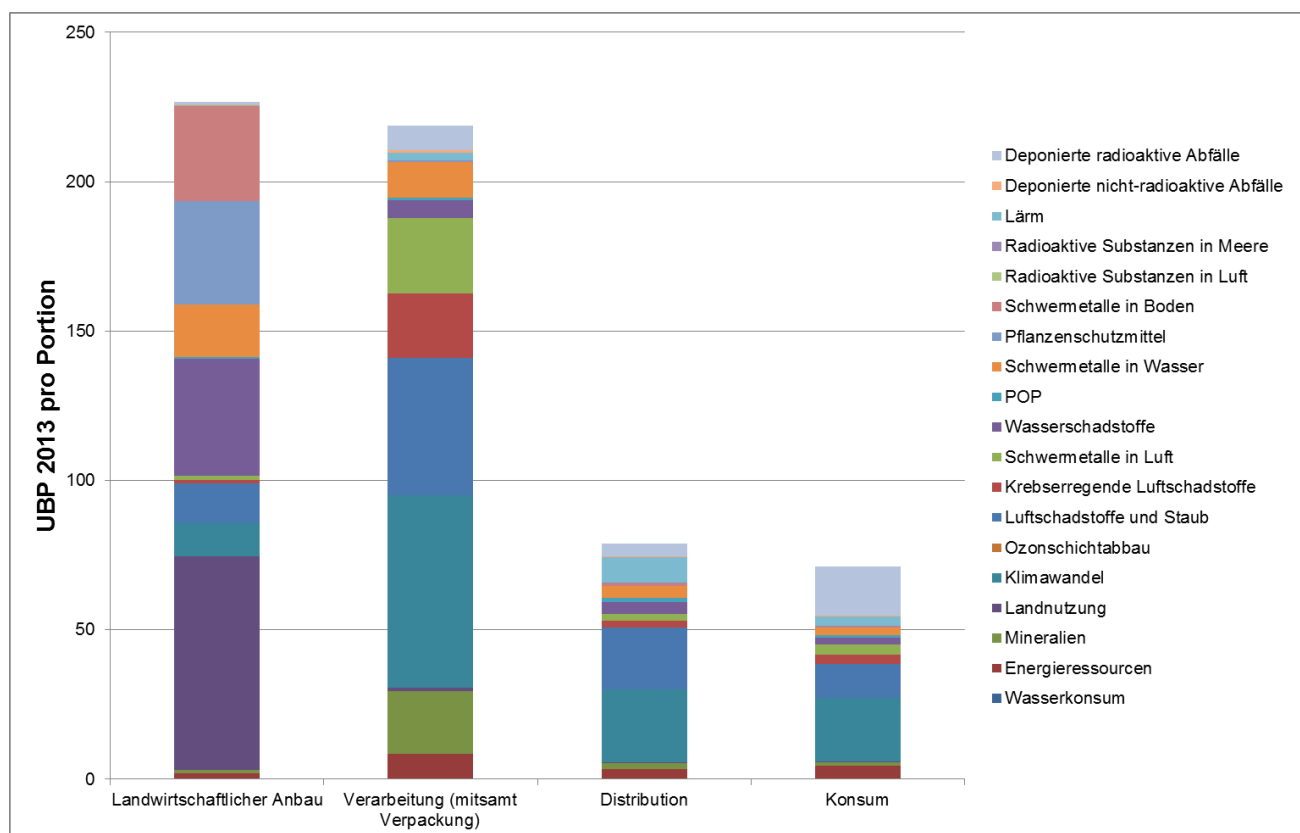


Fig. 4.12 Anteil von wichtigen Prozessschritten für die Gesamtumweltbelastung einer Portion Kichererbsen, aus der Dose, aufgewärmt (125 g)

4.6 Analyse der konsumfertigen Produkte (Gerichte)

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse für Gerichte hinsichtlich des Beitrages verschiedener Produktionsstufen für das Gesamtergebnis im Detail analysiert. Dabei stehen jeweils die Eiweisslieferanten, die in dieser Studie neu bilanziert wurden, im Fokus dieser Studie. Oft sind auch weitere Zutaten für die Gesamtbelastungen eines Gerichtes relevant. Diese werden nicht im Detail analysiert, da sie für diese Studie nicht neu erhoben wurden. Die gesamte Produktionskette dieser übrigen Zutaten wird jeweils in der Säule des Konsums gezeigt. Im Gegensatz zu den Auswertungen im Kapitel 4.2 sind die Belastungen hier also nicht pro kg gezeigt.

4.6.1 Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce

Fig. 4.13 zeigt die Umweltwirkung einer Portion Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce, aufgeteilt auf die einzelnen Produktionsstufen. Konsum und andere Zutaten stellt die bedeutendste Produktionsstufe dar. Dies liegt primär an den hinzugefügten Zutaten wie Kartoffeln und Joghurtsauce, welche je rund 20 % der gesamten Umweltbelastung ausmachen. Der Anteil des Heimtransports und der Zubereitung, beides Teile des Konsums, liegen im einstelligen Prozentbereich der gesamten Umweltbelastung des Gerichts.

Der landwirtschaftliche Anbau der Kichererbsen trägt rund 10 Prozent zur gesamten Umweltbelastung des Falafel-Gerichts bei. Die rund 200 UBP 2013 beziehen sich dabei auf die tatsächlich verwendete Menge Kichererbsen und stehen den rund 3500 UBP 2013 in Tab. 4.2 gegenüber, welche sich auf 1 kg Kichererbsen beziehen. Die Verarbeitung von Kichererbsen zu einem Falafel, mitsamt den weiteren Zutaten, verursacht eine höhere Umweltbelastung als der landwirtschaftliche Anbau der verwendeten Kichererbsen. Dabei entfallen nur rund 25 % der Umweltbelastung auf die eigentliche Verarbeitung (Energieaufwand und Verpackung). Die verwendeten Kichererbsen machen rund einen Drittel der Umweltbelastung des Falafels aus. Weiter sind das verwendete Rapsöl und der Reis von Bedeutung. Die Distribution des Falafels stellt die unbedeutendste Produktionsstufe dar. Aufsummiert macht der Falafel weniger als die Hälfte der Umweltwirkung einer Portion dieses Gerichtes aus.

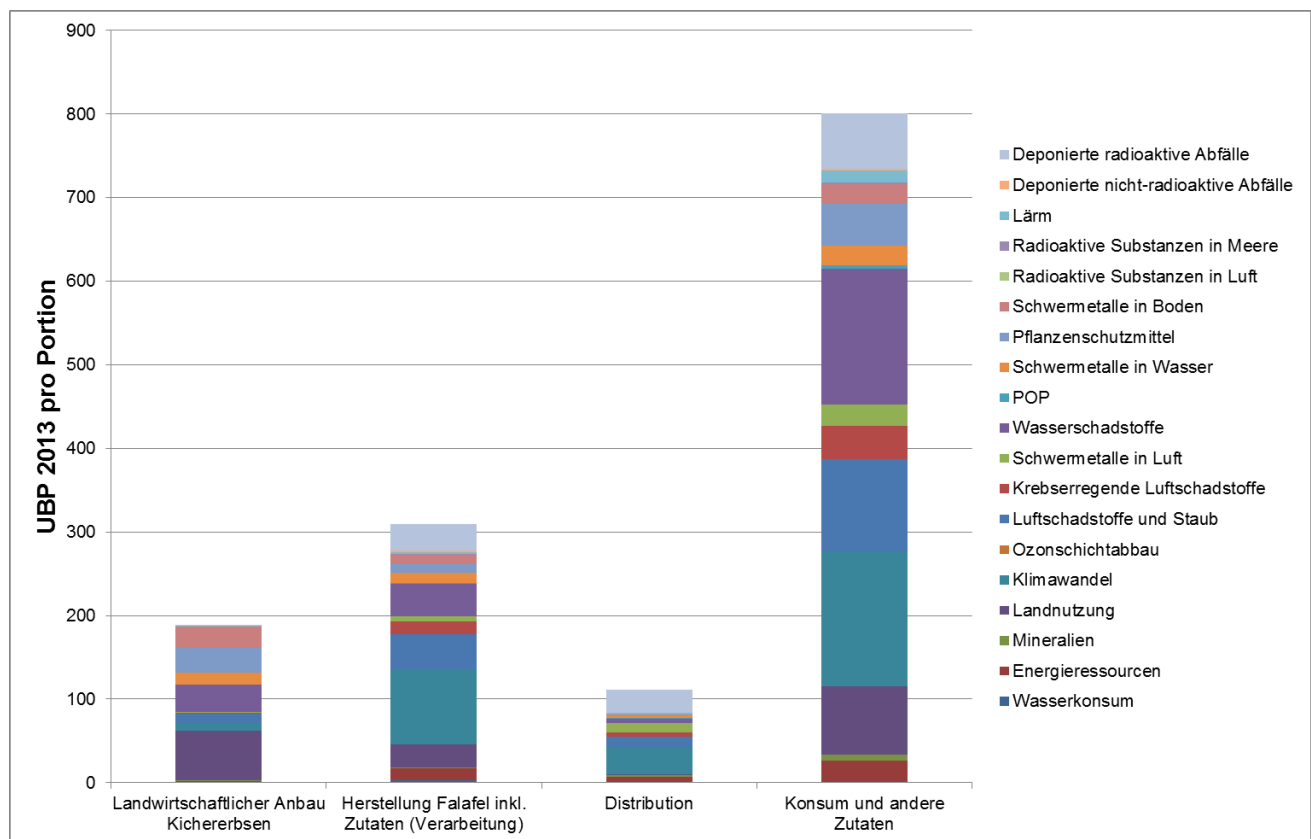


Fig. 4.13 Anteil von wichtigen Prozessschritten für die Gesamtumweltbelastung einer Portion Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce

4.6.2 Birchermüesli

Fig. 4.14 analysiert die Umweltbelastung einer Portion Birchermüesli mit Brot. Die Umweltwirkung dieses Gerichts wird fast ausschliesslich durch die Umweltbelastung der darin enthaltenen Zutaten bestimmt. Die für diese Pilotstudie untersuchten Mandeln, wie auch die verwendete Sojamilch, sind für die Umweltwirkung des Gerichts nur von geringer Bedeutung. Deshalb werden der landwirtschaftliche Anbau der Mandeln respektive der Sojabohnen sowie deren Verarbeitung in Fig. 4.14 zusammengefasst dargestellt. Das verwendete Joghurt, die Sultaninen (Rosinen) und das dazu servierte Brot stellen bezüglich Umweltwirkung die bedeutendsten Zutaten einer Portion Birchermüesli dar und sind deshalb separat ausgewiesen. Bei den Sultaninen hat die Verwendung von Kupfer im Anbau der Weintrauben einen sehr grossen Einfluss. Kupfer wird als Einzelschadstoff spezifischer Festlegungen in der Methode der ökologischen Knappheit deutlich negativer bewertet als Schadstoffgruppen wie z.B. Pestizide. Konsum und übrige Zutaten werden aufgrund technischer Gründe zusammen dargestellt. Die entsprechende Umweltbelastung kann fast vollumfänglich den diversen übrigen Zutaten (neben Joghurt, Sultaninen und Brot) zugewiesen werden. Dies sind unter anderem Erdbeeren und Hafer. Für eine genaue Auflistung der Zutaten sei auf Kapitel 8.2.2 verwiesen.

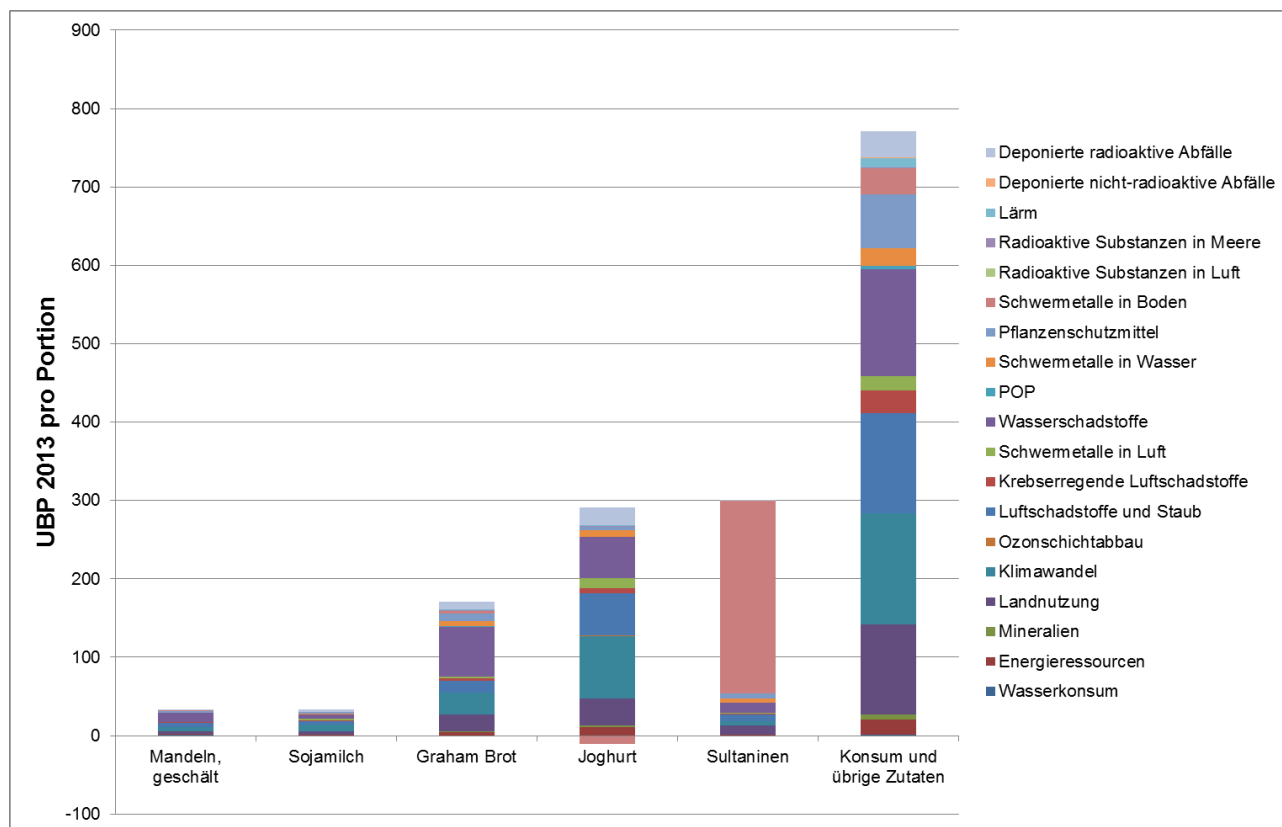


Fig. 4.14 Anteil der wichtigen Zutaten hinsichtlich Gesamtumweltbelastung einer Portion Birchermüesli

4.6.3 Kichererbsengemüse mit Rosinen und Reis

Fig. 4.15 analysiert die Umweltbelastungen für eine Portion Kichererbsengemüse mit Rosinen und Reis. Hinsichtlich der Umweltbelastung dieses Gerichts sind die neben den Kichererbsen verwendeten Zutaten entscheidend. Die bedeutendsten übrigen Zutaten sind Rosinen und Reis. Die Rosinen machen rund 25 Prozent der gesamten Umweltbelastung des Gerichts aus. Der Reis trägt rund 30 Prozent bei.

Die benötigten Kichererbsen verursachen rund 15 Prozent der Gesamtumweltbelastung. Die Umweltwirkungen des landwirtschaftlichen Anbaus, der Verarbeitung, sowie der Distribution sind in Fig. 4.15 separat aufgeführt. Die Umweltbelastungen der Verarbeitung und der Distribution der Kichererbsen sind ähnlich tief, jene des landwirtschaftlichen Anbaus liegt höher. Während beim Anbau der Kichererbsen die Wirkungskategorie Landnutzung dominiert, ist bei der Verarbeitung die Wirkungskategorie Klimawandel wichtig.

In Fig. 4.15 sind der Heimtransport und die bei der Zubereitung des Gerichts entstehenden Umweltbelastungen unter Konsum zusammengefasst. Der Heimtransport aller Zutaten macht rund 5 Prozent der gesamten Umweltbelastung dieses Gerichts aus. Der für die Zubereitung benötigte Energiebedarf macht einen Anteil im tiefen einstelligen Prozentbereich aus. Gleiches gilt für das während der Zubereitung verwendete Sonnenblumenöl.

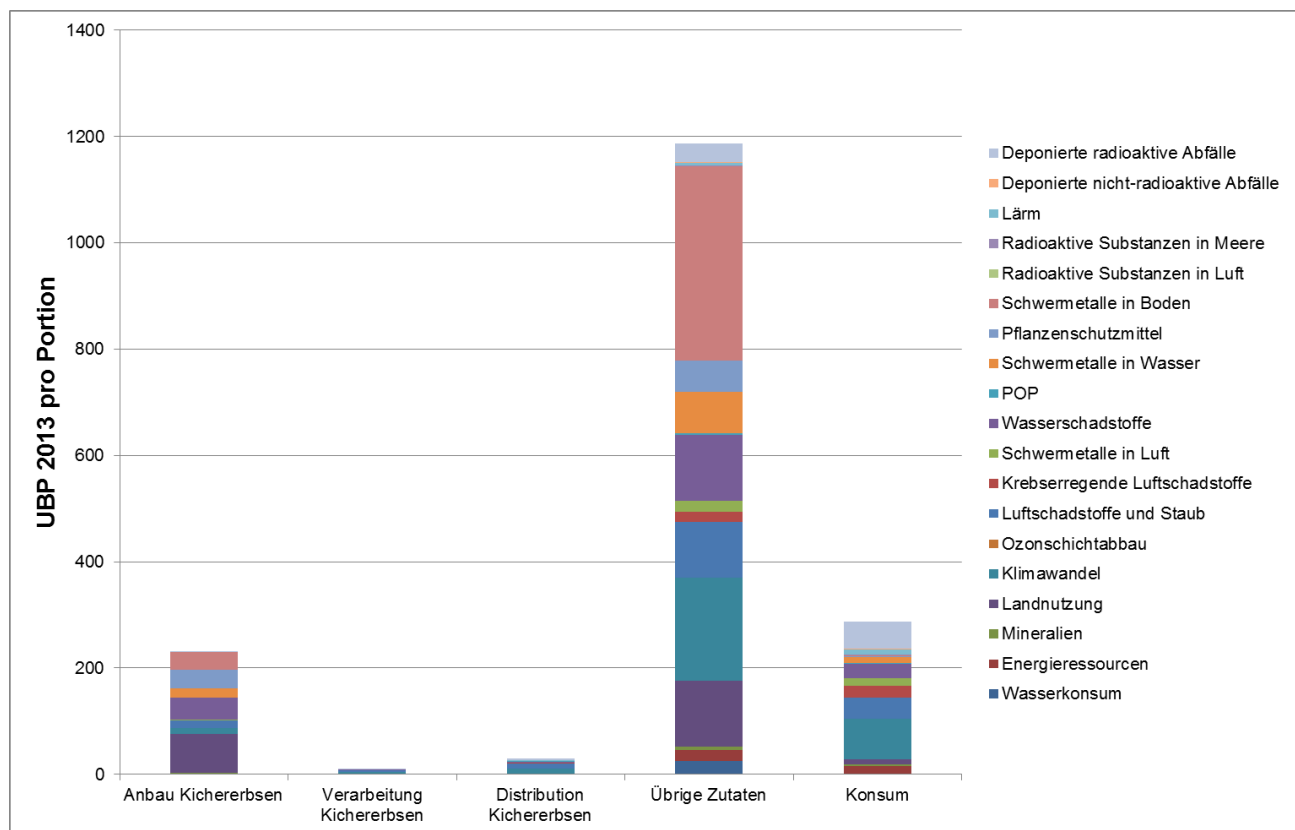


Fig. 4.15 Anteil von wichtigen Prozessschritten für die Gesamtumweltbelastung einer Portion Kichererbsengemüse mit Rosinen und Reis

4.6.4 Linsengericht mit Polenta

Fig. 4.16 analysiert die Umweltbelastungen für ein Linsengericht mit Polenta. Über die Hälfte der Gesamtumweltbelastung dieses Gerichts verursachen die neben den Linsen verwendeten Zutaten. Dazu gehören unter anderem Polenta-Mais, Milch, Parmesan und Karotten (vgl. Kapitel 8.2.4).

Die für das Linsengericht verwendeten Linsen machen rund einen Drittel der gesamten Umweltwirkung einer Portion aus. Dabei ist vor allem deren Anbau von Bedeutung. Der landwirtschaftliche Anbau der Linsen wirkt sich insbesondere auf die Wirkungskategorien Landnutzung und Wasserschadstoffe aus. Letzteres ist auf die Verwendung von Dünger zurückzuführen. Die Verarbeitung und die Distribution der Linsen bewirken keine relevante Erhöhung der Anzahl Umweltbelastungspunkte.

Der Konsum macht rund 10 Prozent der gesamten Umweltbelastung aus. Rund die Hälfte davon entstammt dem Heimtransport aller verwendeten Zutaten. Die in Konsum auffallend stark ausgeprägte Wirkungskategorie Schwermetalle in Boden ist mit dem bei der Zubereitung verwendeten Essig (aus Traubenanbau mit Kupfer) begründet. Auf das Gesamtergebnis bezogen ist dieser Punkt aber nicht von grosser Bedeutung.

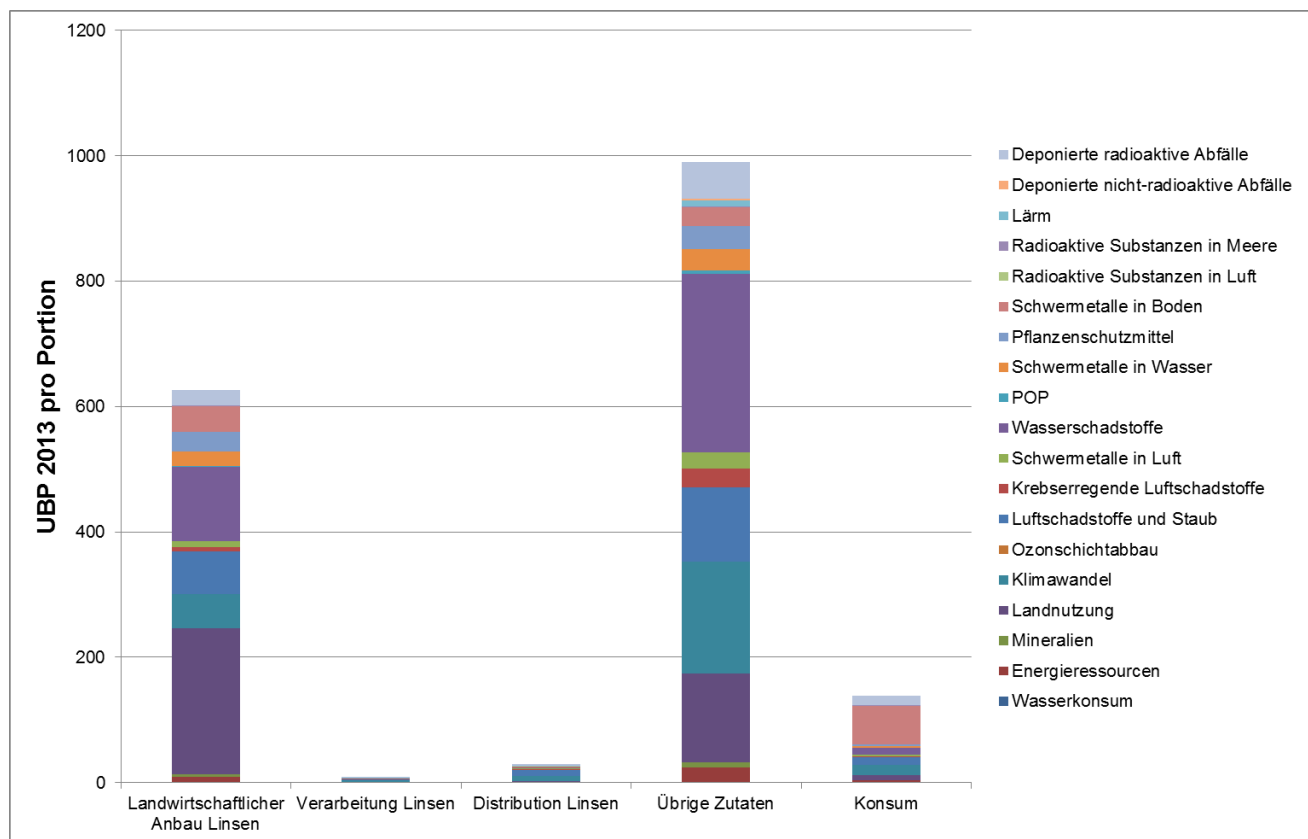


Fig. 4.16 Anteil von wichtigen Prozessschritten für die Gesamtumweltbelastung einer Portion Linsengericht mit Polenta

4.6.5 Gemüse-Tofu-Reispfanne

Fig. 4.17 zeigt die Umweltbelastung für eine Portion Gemüse-Tofu-Reispfanne. Den grössten Beitrag an die Umweltbelastung dieses Gerichts verursachen die neben Tofu verwendeten Zutaten. Dazu gehören unter anderem Weisser Reis und Broccoli, welche je rund ein Viertel der gesamten Umweltbelastung dieses Gerichts ausmachen.

Bezüglich der Umweltbelastung von Tofu spielt der Anbau der Sojabohnen die wichtigste Rolle. Es wird davon ausgegangen, dass die für den Tofu verwendeten Sojabohnen aus Brasilien (50 %), aus den USA (45 %) und aus der Schweiz (5%) stammen. Weitere Informationen betreffend Umweltbelastung von Sojabohnen finden sich in Kapitel 4.3. Die für den Sojabohnenanbau benötigte Fläche und die verwendeten Düngemittel wirken sich auf die Wirkungskategorien Landnutzung und Wasserschadstoffe aus. Der landwirtschaftliche Anbau der Sojabohnen ist für rund 15 Prozent der Umweltbelastung dieses Gerichts verantwortlich. Die Umweltwirkung der Verarbeitung (Herstellung Tofu) liegt bei ungefähr der Hälfte derjenigen vom landwirtschaftlichen Anbau. Der benötigte Energiebedarf bewirkt, dass in dieser Produktionsstufe die Wirkungskategorie Klimawandel (global warming) relevant ist.

Die Distribution macht nur einen sehr geringen Teil der Umweltbelastung dieses Gerichts aus. Zusammen ergeben der landwirtschaftliche Anbau, die Verarbeitung und die Distribution die Umweltwirkung des in diesem Gericht verwendeten Tofus. Insgesamt beträgt der Anteil von Tofu an der Gesamtumweltbelastung rund ein Viertel.

Der Heimtransport aller Zutaten ist dem Konsum zugeordnet und macht rund fünf Prozent der Gesamtumweltbelastung dieses Gerichts aus.

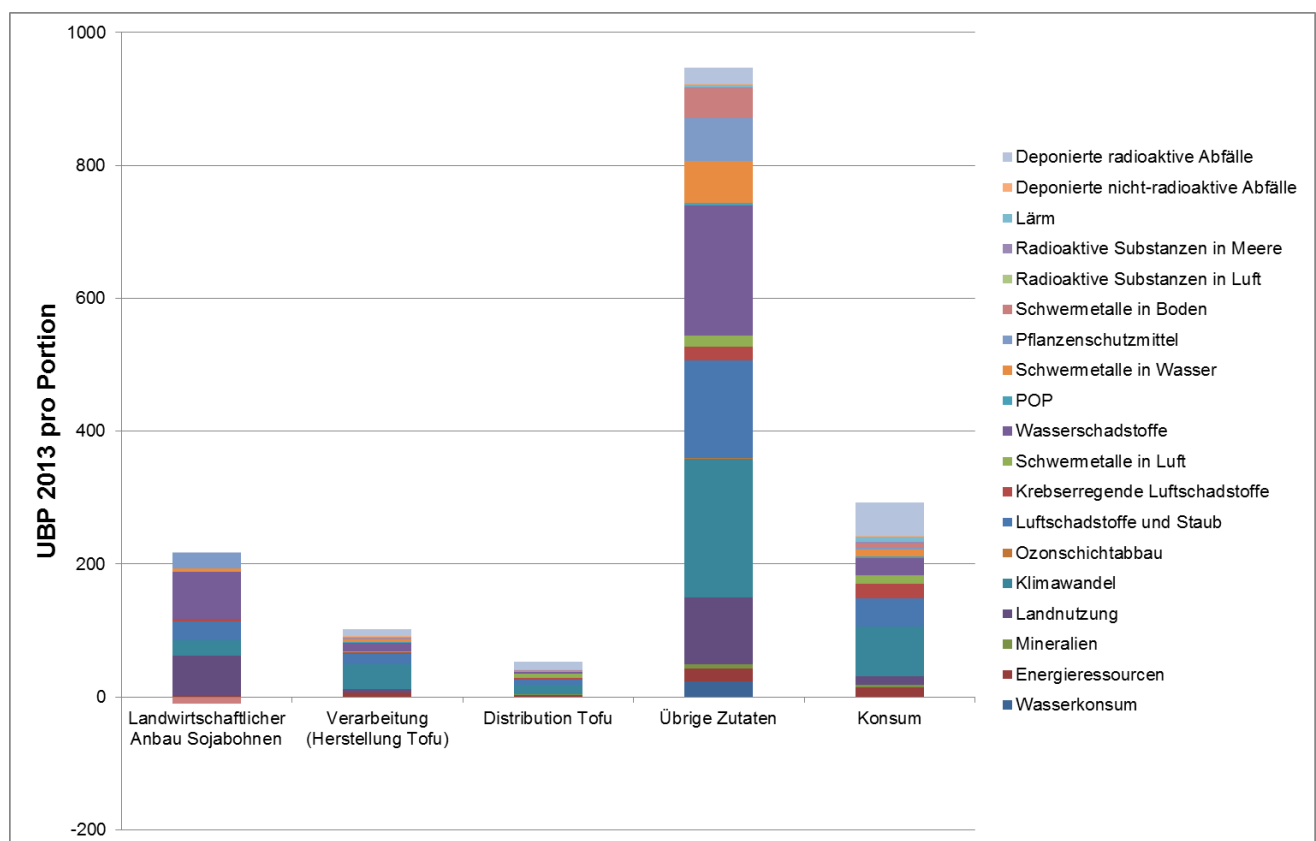


Fig. 4.17 Anteil von wichtigen Prozessschritten für die Gesamtumweltbelastung einer Portion Gemüse-Tofu-Reispfanne

4.6.6 Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem

Fig. 4.18 zeigt die Umweltwirkung einer Portion Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem. Fast die gesamte Umweltbelastung ist dabei den neben Soja Gehacktem verwendeten Zutaten zuzuordnen. Dazu gehören unter anderem Teigwaren, Olivenöl und Käse, welche zusammen bereits fast zwei Drittel der Gesamtumweltbelastung ausmachen. Der Konsum ist in Fig. 4.18 derselben Kategorie zugeordnet. Er macht nur einen kleinen Anteil dieser Kategorie aus. Der Heimtransport, Teil des Konsums, macht rund 5% der gesamten Umweltwirkung einer Portion aus.

Der Anbau von Sojabohnen, deren Verarbeitung zu Soja Gehacktem, als auch dessen Distribution weisen nur eine geringe Umweltwirkung auf. Insgesamt ist Soja Gehacktes für rund 10 Prozent der gesamten Umweltbelastung dieses Gerichts verantwortlich. Soja Gehacktes wird aus dem Sojakuchen¹¹ hergestellt. Mehrere Verarbeitungsschritte sind bis zum verkaufsfertigen Produkt notwendig. Die gesamte Verarbeitung verursacht hier Umweltbelastungen in der gleichen Grössenordnung wie der landwirtschaftliche Anbau.

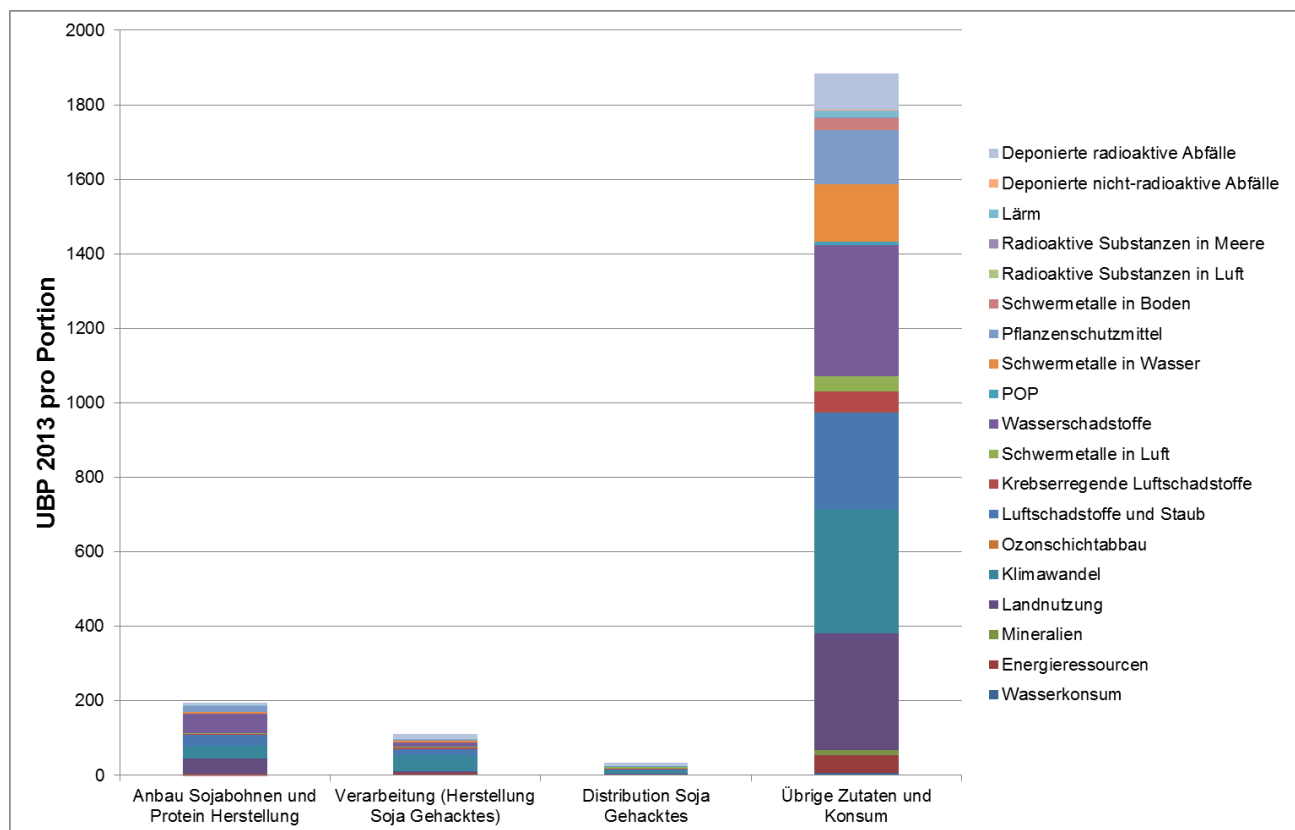


Fig. 4.18 Anteil von wichtigen Prozessschritten für die Gesamtumweltbelastung einer Portion Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem

¹¹ Sojakuchen ist der Rückstand aus der Ölpressung. Er wird auch als Sojaschrot bzw. Sojamehl bezeichnet.

4.6.7 Quorn in Champignonsauce mit Nudeln

In Fig. 4.19 sind die Umweltbelastungen für Quorn in Champignonsauce mit Nudeln ersichtlich. Die neben Quorn verwendeten Zutaten sind hinsichtlich der Umweltbelastung dieses Gerichts der wichtigste Faktor. Dazu gehören zum Beispiel Teigwaren, Weisswein und Rahm. Zusammen sind die übrigen Zutaten für rund die Hälfte der gesamten Umweltbelastung verantwortlich.

Die Umweltwirkung des Hühnereiweisses, des Mykoproteins und der Quorn-Verarbeitung machen aufsummiert etwas weniger als die Hälfte der Gesamtumweltbelastung einer Portion „Quorn in Champignonsauce mit Nudeln“ aus. In Fig. 4.19 wird ersichtlich, dass die Bestandteile Hühnereiweiss und Mykoprotein zu gleichen Teilen an die Umweltwirkung von Quorn beitragen. Sie machen jeweils rund 15 Prozent der Gesamtbelastung aus. Im Fall von Mykoprotein stammt die Umweltbelastung mehrheitlich von der dafür verwendeten Glukose aus Weizen.

Weniger bedeutend sind die Verarbeitung (Herstellung des verkauften Quorn Produktes) und die Distribution. Ihr Anteil an der Gesamtumweltbelastung des Gerichts liegt im tiefen einstelligen Prozentbereich.

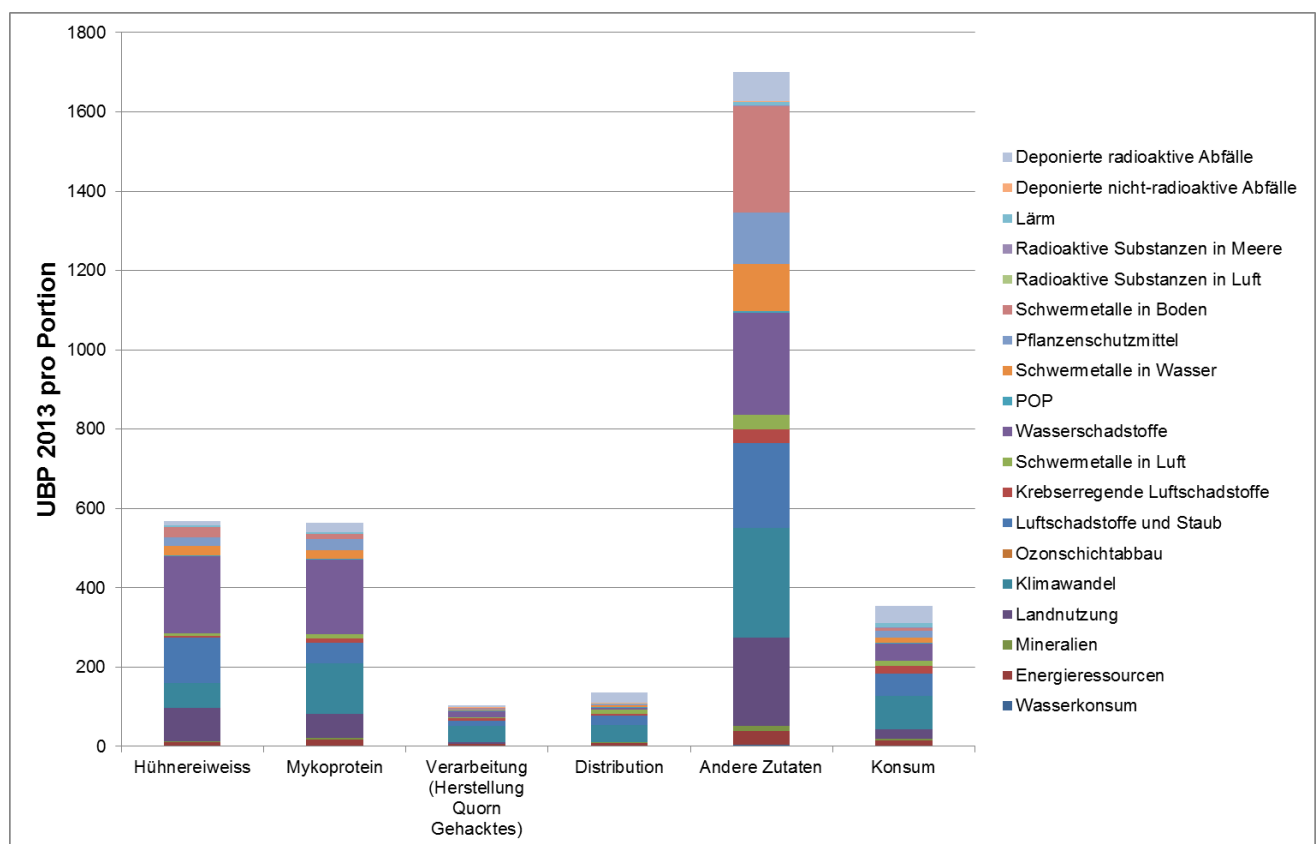


Fig. 4.19 Anteil von wichtigen Prozessschritten für die Gesamtumweltbelastung einer Portion Quorn in Champignonsauce mit Nudeln

4.7 Beurteilung von Umweltbelastung und Nährwerten

4.7.1 Umweltbelastung und Nährwert

Im Folgenden werden Berechnungen dargestellt, welche die Umweltbelastung in Beziehung zum Nährwerte der Lebensmittel setzen. Die Bezugsgrösse ist auch hier die Portion.

Tab. 4.6 zeigt die Nährwerte der Portionen, die Umweltbelastung pro Portion, pro 100 kcal und pro Gramm Protein in der Portion. Diese Angaben sind in den Grafiken auf den folgenden Seiten dargestellt.

Tab. 4.6 Nährwerte der Einzelprodukte und Gerichte Umweltbelastung (UBP) pro Portion, pro 100 kcal und pro Gramm Protein in der Portion

Einzelprodukt/Gericht	eine Portion entspricht	g Proteingehalt Portion	Energiegehalt kcal pro Portion	UBP pro Portion	UBP / 100 kcal	UBP / g Protein
Sojamilch	2 dl	8,2	90	322	358	39
Sonnenblumenkerne geschält	25 g	5,3	157	270	172	51
Champignons gedünstet	120 g	3,1	29	369	1280	118
Sojabohnen gekocht	120 g	16,8	208	491	236	29
Kichererbse, aus der Dose, aufgewärmt	125 g	9,5	169	595	352	63
Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce	Menge Gericht/4	19,2	638	1 411	221	74
Birchermuesli	Menge Gericht/4	18,0	600	1 589	265	88
Kichererbsengemüse mit Rosinen und Reis	Menge Gericht/4	19,6	561	1 744	311	89
Linsengericht mit Polenta	Menge Gericht/4	24,2	502	1 792	357	74
Gemüse-Tofu-Reispfanne	Menge Gericht/4	20,0	430	1 603	373	80
Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem	Menge Gericht/4	32,9	607	2 219	366	68
Quorn in Champignonsauce, mit Nudeln	Menge Gericht/4	29,3	670	3 425	511	117

Fig. 4.20 zeigt die den Energiegehalt (die Kalorienmenge) pro Portion der Einzelprodukte und der Gerichte. Der Energiegehalt wurde aufgrund der Mengenangaben der Gerichte (s. Kap. 8.2) und der Nährwertangaben (SGE 2012) berechnet. Eine Portion eines Gerichts hat eine höhere Kalorienmenge als die Einzelprodukte, da hier mehrere Lebensmittelportionen gemäss der Lebensmittelpyramide (z. B. eine Portion Polenta, eine Portion Linsen, eine Portion Gemüse und eine Portion Fett) kombiniert werden. Damit erhält man eine bezüglich Nährstoffen ausgeglichene Mahlzeit. Die Gerichte Falafel mit Kartoffeln, Birchermuesli, Spaghetti Bolognese und Quorn in Champignonsauce haben mit rund 600 kcal den höchsten Energiegehalt im Vergleich zu den anderen Gerichten. Das Gericht Gemüse-Tofu-Reispfanne enthält mit rund 400 kcal am wenigsten Kalorien.

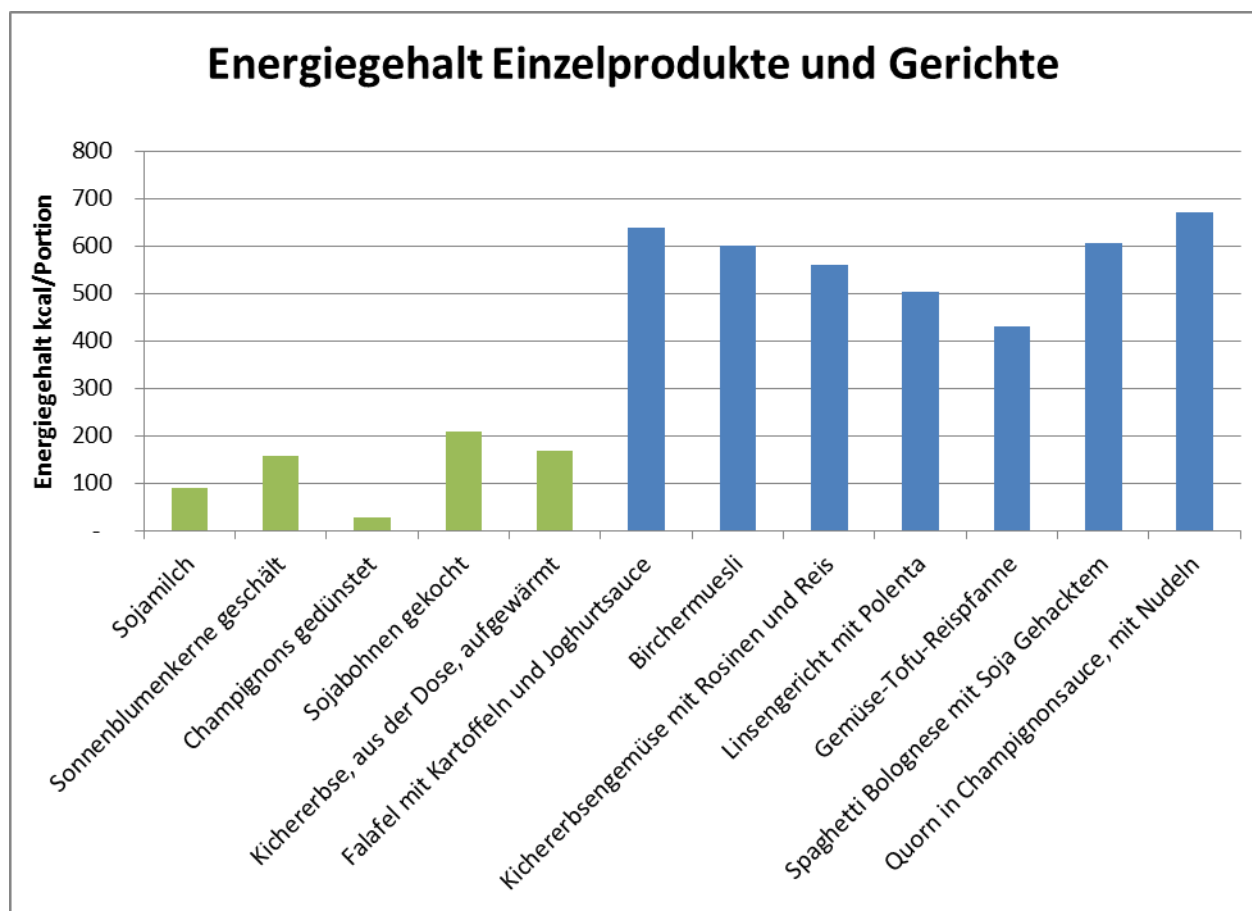


Fig. 4.20 Energiegehalt pro Portion der Einzelprodukte (grün) und Gerichte (blau)

Fig. 4.21 zeigt den Proteingehalt pro Portion der Einzelprodukte und Gerichte. Champignons enthalten sowohl wenig Kalorien als auch wenig Protein, da sie sehr viel Wasser (ca. 91 %) enthalten. Die Gerichte Quorn in Champignonsauce mit Nudeln und Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem enthalten mit rund 30 g am meisten Protein in einer Portion. Das Linsengericht enthält rund 25 g Protein in der Portion. Die anderen Gerichte enthalten rund 20 g Protein in der Portion. Obwohl die Gerichte gemäss der Lebensmittelpyramide und dem Tellermodell gemäss SGE erstellt wurden, sind diese Angaben relativ, da die konkret gewählten Portionemengen die Nährwertgehalte bestimmen.

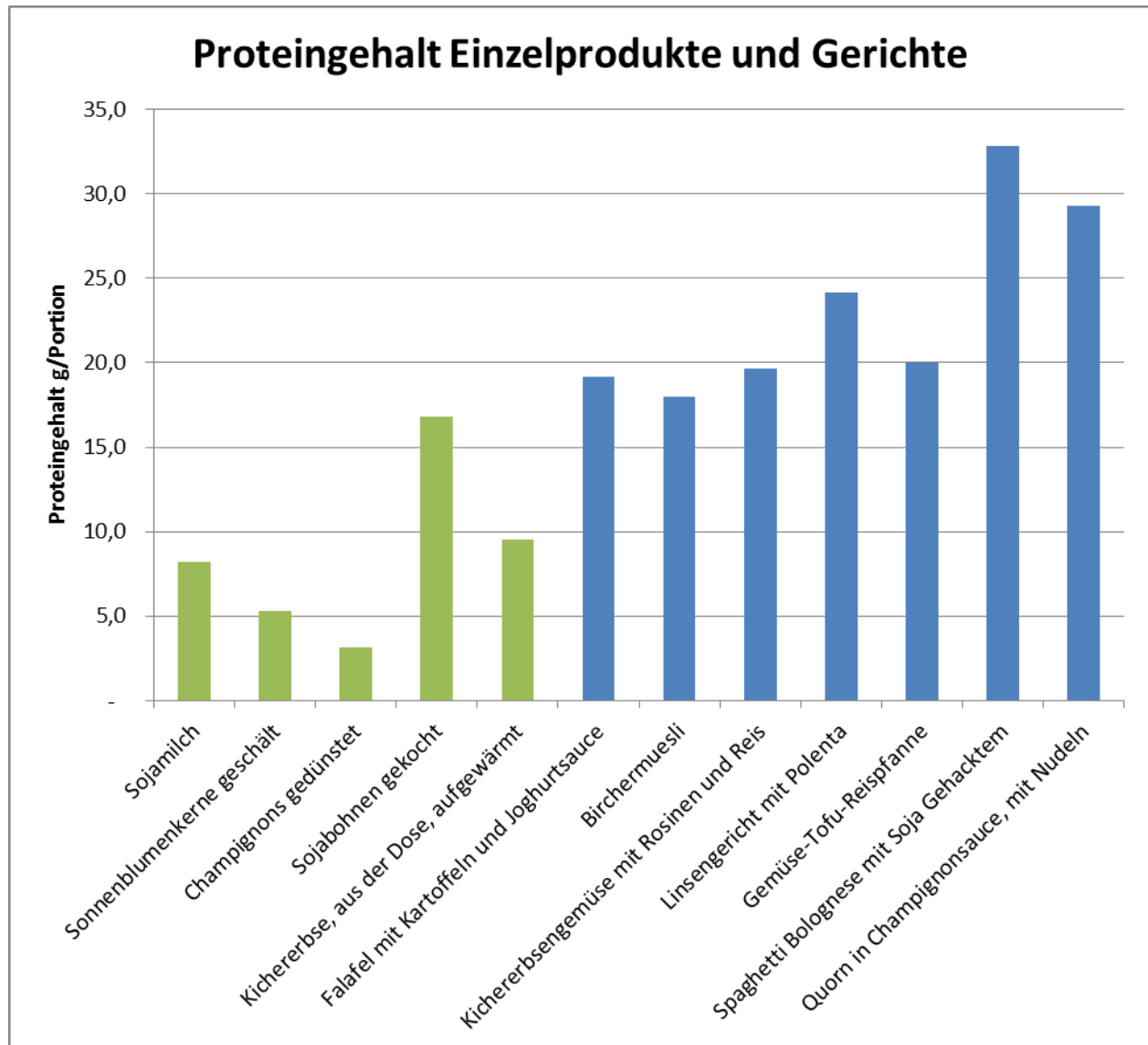


Fig. 4.21 Proteingehalt in Gramm pro Portion der Einzelprodukte (grün) und Gerichte (blau)

Die Fig. 4.22 zeigt die Umweltbelastungspunkte pro 100 kcal der Einzelprodukte und Gerichte. Hier zeigt sich, dass die wasserreichen Champignons pro 100 kcal eine sehr hohe Umweltbelastung aufweisen.

Das Gericht Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce schneidet bezüglich UBP/Kalorien am besten ab, an zweiter Stelle liegt das Birchermüesli mit Brot. Die anderen Gerichte liegen alle in einem ähnlichen Bereich. Die hier berücksichtigten veganen Gerichte wie Kichererbsengemüse und Tofu-Reispfanne verursachen pro Kalorien nicht weniger UBP als die vegetarischen Gerichte. Am meisten UBP sowohl pro Portion wie auch pro Kalorien verursacht das Gericht mit Quorn. Im Vergleich zur Berechnung Umweltbelastung pro Portion (Fig. 4.2) haben sich die Unterschiede der Gerichte verringert.

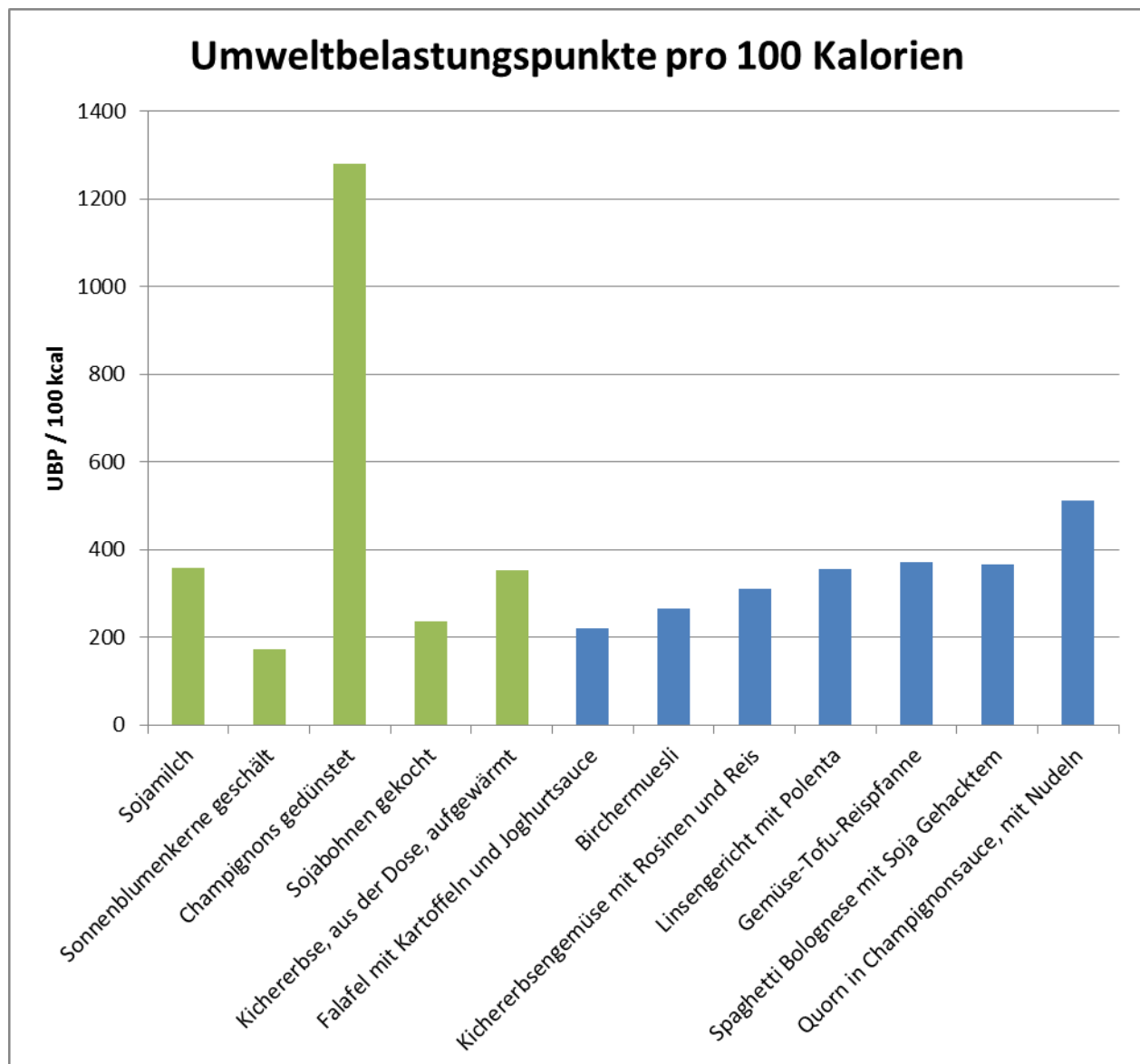


Fig. 4.22 Umweltbelastungspunkte (UBP) pro 100 kcal der Einzelprodukte (grün) und Gerichte (blau)

Fig. 4.23 zeigt die UBP pro Gramm Protein der Einzelprodukte und Gerichte. Die Champignons haben auch hier die höchste UBP pro Gramm Protein. Die gekochten Sojabohnen haben am wenigsten UBP pro Gramm Protein in der Portion. Dies liegt daran, dass sie mit 14 g Protein/100 g einen sehr hohen Proteingehalt haben.

Bei den Gerichten hat das Quorngericht die höchste UBP pro Gramm Protein; dies erklärt sich damit, dass es auch schon die höchste UBP pro Portion hatte. Der Proteingehalt ist aber auch relativ hoch; mit dem Einbezug der Nährwerte wird somit die Bilanz im Vergleich mit den anderen Gerichten besser. Die vegetarische Spaghetti Bolognese weist mit 68 UBP/g Protein fast eine halb so grosse Umweltbelastung auf wie das Gericht mit Quorn.

Die Gerichte Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce, das Linsengericht mit Polenta und die vegetarische Spaghetti Bolognese schneiden bei der Betrachtung UPB pro Proteingehalt am besten ab.

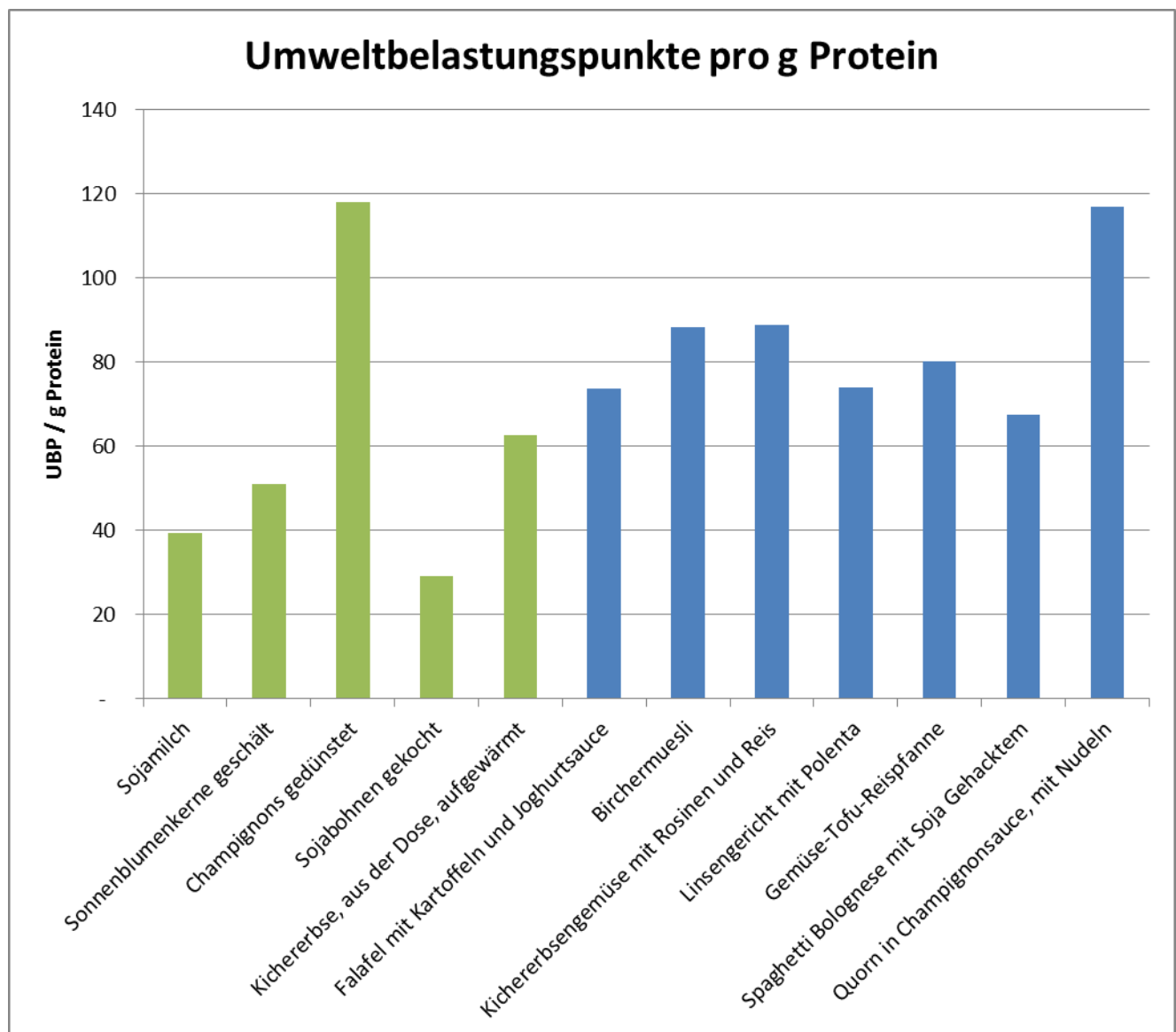


Fig. 4.23 Umweltbelastungspunkte (UBP) pro g Protein der Einzelprodukte (grün) und Gerichte (blau)

4.7.2 Umweltbelastung und Nährwerte der Produkte im Supermarkt

Tab. 4.7 zeigt die Umweltbelastung und Nährwerte der distribuierten Einzelprodukte ohne weitere Verarbeitung und Konsum.

Tab. 4.7 Umweltbelastung und Nährwerte der distribuierten Einzelprodukte ohne weitere Verarbeitung und Konsum.

Distribuiertes Produkt	Energiegehalt kcal/100 g	Proteingehalt g/100g	Biologische Wertigkeit in %	UBP/kg distribuiertes Einzelprodukt	UBP/100 kcal Einzelprodukt	UBP/g Protein Einzelprodukt
Sojamilch	45	4,1	65	1311	291	32
Sonnenblumenkerne, geschält	626	21,3	79	10383	166	49
Champignons roh	20	2,1	52	2574	1287	123
Sojabohnen getrocknet	432	35,1	84	7169	166	20
Kichererbsen, in der Dose	135	7,6	45	4193	311	55
Falafel, Fertigprodukt	284	9,0	50	4424	156	49
Mandeln, geschält	567	24,8	61	6454	114	26
Kichererbsen, getrocknet	327	18,6	45	4427	135	24
Linsen, getrocknet	331	24,0	33	10834	327	45
Tofu	143	15,7	52	3151	220	20
Soja Gehacktes	93	18,0	67	6542	703	36
Quorn Gehacktes	94	14,0	84	11681	1243	83

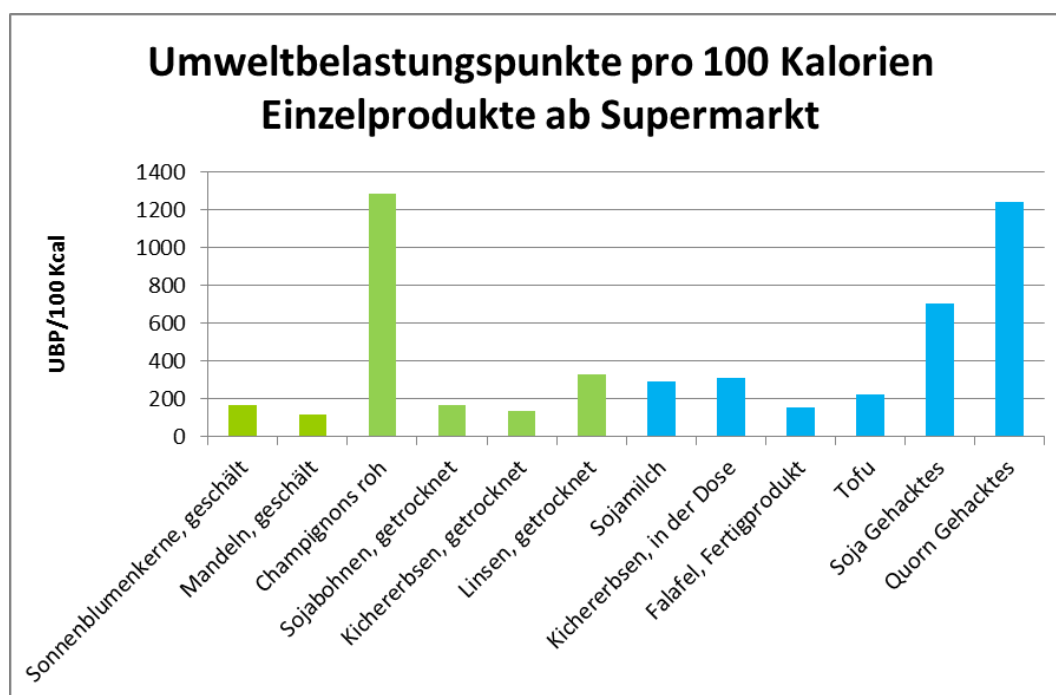


Fig. 4.24: Umweltbelastungspunkte der distribuierten Einzelprodukte (grün) und verarbeiteten Einzelprodukte (hellblau) ab Supermarkt pro Energiegehalt (Kalorien).

Fig. 4.24 zeigt die Umweltbelastungspunkte der distribuierten Einzelprodukte (grün) und verarbeiteten Einzelprodukte (hellblau) ab Supermarkt pro Energiegehalt (Kalorien).

Sonnenblumenkerne und Mandeln liegen bezüglich UPB pro Kalorien in einem ähnlichen Bereich. Bei den untersuchten Hülsenfrüchten haben die Kichererbsen die geringsten UPB/Kalorien und die Linsen die höchsten. Bei den verarbeiteten Eiweisslieferanten hat das Quorn Gehackte die höchsten UPB/Kalorien, gefolgt von Soja Gehacktem. Tofu weist am wenigsten UPB/Kalorien beim verarbeiteten Einzelprodukt ab Supermarkt auf.

Da das Soja Gehackte einen sehr hohen Proteingehalt hat, verringern sich die UPB/g Protein (Fig. 4.25) im Vergleich zur Betrachtung UPB/Kalorien (Fig. 4.24). Das Quorn Gehackte hat auch bei UPB/g Protein die höchsten UPB, und der Tofu die niedrigsten.

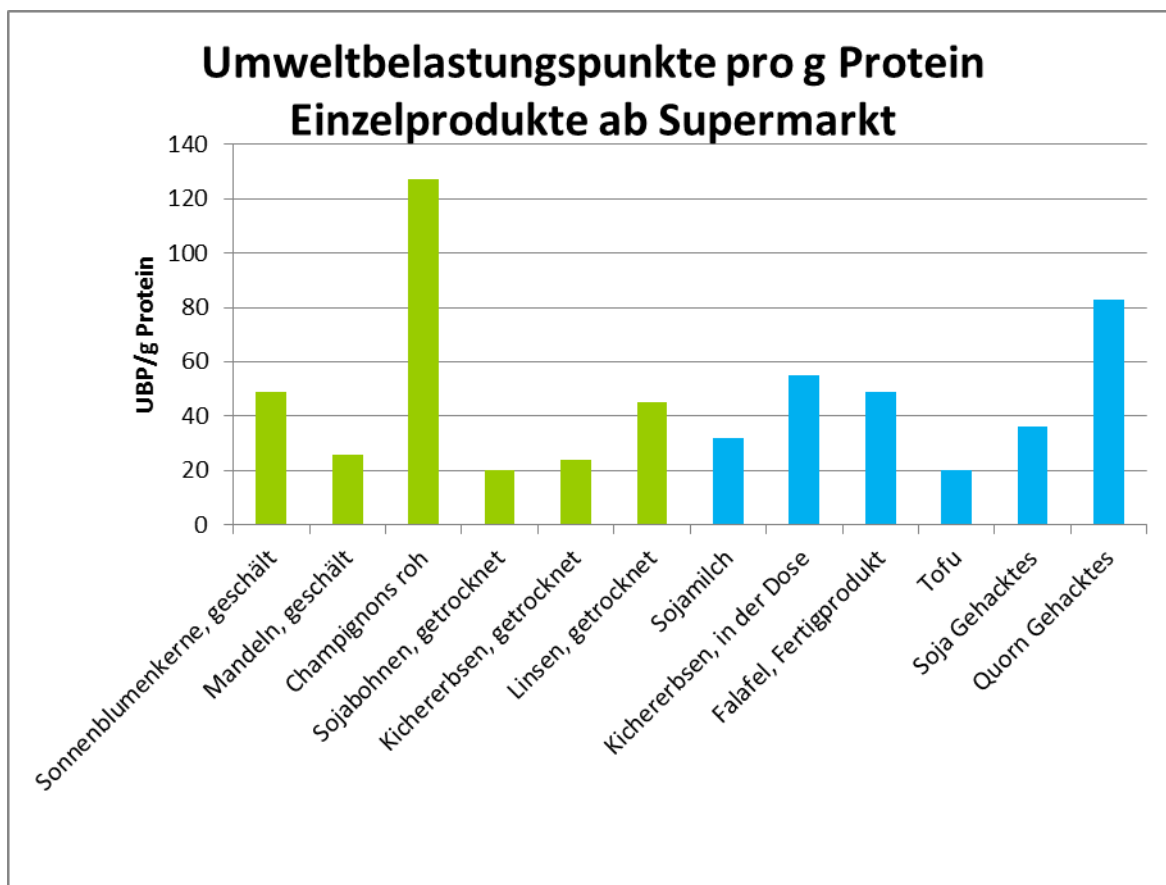


Fig. 4.25 Umweltbelastungspunkte (UBP) pro g Protein der distribuierten nicht verarbeiteten Einzelprodukte (grün) und verarbeiteten Einzelprodukte (hellblau)

4.7.3 Umweltbelastung und biologische Wertigkeit der Gerichte

Die Gerichte wurden so konzipiert, dass sie bezüglich der Nährstoffzusammensetzung ausgewogen sind. Sie beinhalten eine Proteinquelle wie Hülsenfrüchte oder Quorn, eine Stärkequelle wie Reis, Mais oder Nudeln. Im Weiteren sind Gemüse und teilweise Milchprodukte enthalten.

Durch die Kombination von Lebensmitteln mit verschiedenen Aminosäuremustern wird die biologische Wertigkeit erhöht. Gute Kombinationen sind Hülsenfrüchte und Getreide. Getreide enthält relativ viel von den Aminosäuren Methionin und Cystein, aber wenig Lysin und Tryptophan. Bei den Hülsenfrüchten ist es umgekehrt. Somit erhalten die auch traditionell bekannten Kombinationen Bohnen und Mais (Südamerika), Linsen und Reis (Asien), Hirse und

Soja eine biologische Wertigkeit von 100 und mehr. Auch die Kombinationen von tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln sind geeignet, da sich damit ebenfalls die Aminosäuren ergänzen. Beispiele sind Milch/Käse und Kartoffeln, Milch und Weizen (traditionelle Gerichte in Europa).

Für die in dieser Studie gewählten Gerichte wurden keine Angaben für die biologische Wertigkeit in der Literatur gefunden. Geschätzt beträgt die biologische Wertigkeit bei allen Gerichten 100 %. Somit sind die gewählten Gerichte für die Versorgung mit Eiweiss und den darin enthaltenen Aminosäuren geeignet.

In der Tabelle 4.7 sind die Werte für die biologische Wertigkeit der Einzelprodukte ab Supermarkt aufgeführt. Sie liegt zwischen 33 % für Linsen und 84 % für Sojabohnen und Quorn Gehacktes. Für Falafel und Soja Gehacktes wurde kein Wert in der Literatur gefunden. Der Wert für Falafel wurde aufgrund der Werte für Kichererbsen und der übrigen Zutaten abgeschätzt. Der Wert für Soja Gehacktes wurde aufgrund einer Angabe für Sojaschnitzel abgeschätzt (weitere Details zu den Datengrundlagen und Quellen siehe Kapitel 8.3).

Produkte mit gleichzeitig hoher biologischer Wertigkeit und geringer Umweltbelastung pro Kalorien oder pro Protein sind Sonnenblumenkerne, Mandeln und Sojabohnen. Quorn hat eine gleich hohe biologische Wertigkeit wie Sojabohnen, aber bezogen auf den Eiweissgehalt viermal so hohe Umweltbelastungen und bezogen auf den Kaloriengehalt sogar eine achtmal so hohe Umweltbelastung. Dabei ist zu beachten, dass Quorn Gehacktes ein konsumfertiges Produkt ist, die Sojabohnen jedoch noch gekocht werden müssen. Beim Vergleich der Fertigprodukte hat Quorn die höchste biologische Wertigkeit, aber auch die höchsten Umweltbelastungen pro Proteingehalt. Ein Fertigprodukt mit gleichzeitig relativ hoher biologischer Wertigkeit und niedrigen Umweltbelastungen ist das Sojagehackte.

5 Interpretation und Diskussion

5.1 Umweltbelastungen

Insgesamt zeigt sich bei der Auswertung der Umweltbelastungen der verschiedenen Einzelprodukte und Gerichte ein sehr heterogenes Bild.

Bei einigen Produkten wie z.B. Sonnenblumenkernen und Sojabohnen dominiert der landwirtschaftliche Anbau die gesamten Umweltbelastungen. Dies entspricht der häufig gehörten Vorstellung, dass die Landwirtschaft für einen Hauptteil der Umweltbelastungen in der Ernährung verantwortlich ist.

Die detaillierte Untersuchung von höher verarbeiteten Produkten zeigt hingegen auf, dass auch die weiteren Verarbeitungsschritte bis zum fertigen Produkt relevant sein können. Insbesondere bei Soja Gehacktem, welches aus dem bei der Sojaölherstellung anfallenden Presskuchen extrahiert wird, fallen relevante Umweltbelastungen im weiteren Lebensweg an. Der Presskuchen selber trägt hingegen auf Grund der Allokation¹² vergleichsweise geringe Umweltbelastungen. Ein weiteres Beispiel mit hohen Belastungen aus der Verarbeitung ist Quorn, welches in einem mehrstufigen Verfahren hergestellt wird.

Die Verpackung war z.B. beim eingedosteten Produkt und bei der Sojamilch von Relevanz. Diese beiden Produkte haben einen relativ hohen Wassergehalt. Deshalb fällt die Produktion des Inhalts im Vergleich zur Verpackung weniger ins Gewicht wenn die Umweltbelastungen analysiert werden.

In einigen Beispielen, z.B. Sojamilch, ist auch die Distribution bzw. der Konsum relevant.

Bei der Beurteilung von vegetarischen und veganen Gerichten zeigt sich, dass alle Zutaten berücksichtigt werden müssen. Bei den untersuchten Beispielen ist nicht nur die eiweisshaltige Hauptkomponente relevant. Je nach Rezept können auch Beilagen oder Gemüse einen wichtigen Teil zur Gesamtbelastung beitragen.

Insgesamt gibt es also auf Grundlage der hier untersuchten Beispiele noch keine allgemeingültigen Aussagen zur Beurteilung von pflanzlichen Eiweisslieferanten aus Umweltsicht. Die Umweltbelastungen müssen für jedes Produkt und für den gesamten Lebensweg untersucht werden. Spannend wäre auch der Vergleich zu Fleischmenüs, der nicht Gegenstand dieser Pilotstudie war.

Aus Sicht der Lebensmittelverarbeiter sind insbesondere der Endenergieverbrauch bei der Verarbeitung und die Umsetzungsrate relevant. Anstrengungen zur Reduktion des Energiebedarfs, aber auch zur Erhöhung der Ausbeute, sind also in den meisten Fällen sinnvolle Verbesserungen in der Verarbeitung.

5.2 Nährwerte

Aus Sicht der nachhaltigen und gesunden Ernährung sind Lebensmittel und Gerichte mit wenigen Umweltbelastungspunkten und gleichzeitig einer guten Nährstoffversorgung zu bevorzugen. Im Rahmen dieser Studie wurden deshalb die Umweltbelastungen in Beziehung zur Kalorien- und Proteinmenge gesetzt. Dabei zeigt sich, dass die Unterschiede zwischen den Gerichten bei der Betrachtung UPB/Kalorien und UBP/g Protein geringer sind als bei der Betrachtung der UBP/Portion. Das heisst, dass die Erzeugung von energiereichen (bezüglich Nährstoffen) Lebensmitteln mehr Umweltbelastung verursacht. Bezieht man die Menge der Kalorien und Proteine jedoch ein, wird die Umweltbelastung ähnlicher. Als Beispiel betrachten wir das Gericht

¹² Allokation: Zuordnung der Input- oder Outputflüsse eines Prozesses oder eines Produktsystems zum untersuchten Produktsystem und zu einem oder mehreren anderen Produktsystemen (International Organization for Standardization (ISO) 2006a)

Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem. Dieses enthält mit rund 600 Kalorien/Portion einen relativ hohen Energiegehalt. Die Umweltbelastungspunkte pro Portion sind mit 2219 am zweithöchsten der untersuchten Gerichte. Es hat 616 UBP mehr als die Gemüse-Tofu-Reispfanne (1603 UBP) und 427 UBP mehr als das Linsengericht mit Polenta (1792 UBP). Betrachtet man jedoch die Umweltbelastungspunkte pro 100 kcal, liegt das Gericht gleichauf mit den Gerichten Gemüse Tofu-Reis-Pfanne oder Linsengericht mit Polenta.

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei UBP/g Protein. Da die vegetarischen Spaghetti Bolognese mit rund 33 g Proteinen einen hohen Eiweissgehalt haben, schneiden sie bei UBP/g Protein von allen Gerichten am besten ab.

Schlussfolgerung: Die Umweltbelastung von einzelnen Lebensmitteln und Gerichten sollte immer auch in Bezug auf die enthaltenen Nährwerte verglichen werden. In dieser Pilotstudie wurden die Bezugsgrössen Kalorien und Proteingehalt gewählt. Andere Indizes wie die Kombination von Ökobilanzen mit gesundheitlichen Auswirkungen von Lebensmitteln (z.B. CONE-LCA) (Stylianou et al. 2015) sollten ebenfalls in Betracht gezogen werden, waren jedoch nicht Bestandteil dieser Pilotstudie.

5.3 Beurteilung in Bezug zur biologischen Wertigkeit

Eine Idee dieser Pilotstudie war die Auswertung von Umweltbelastungen in Bezug zur biologischen Wertigkeit der untersuchten Portionen und Gerichte. Bisher sind keine Beispiele bekannt in denen eine solche Auswertung durchgeführt wurde, weshalb unklar war ob eine solche Auswertung wirklich möglich ist. Dieses Ziel der Pilotstudie konnte nicht erreicht werden.

Für die Einzelprodukte ab Supermarkt wurde die biologische Wertigkeit dokumentiert. Für die hier untersuchten Gerichte wurden hingegen keine Angaben zur biologischen Wertigkeit in der Literatur gefunden.

Die Zusammenstellung der Gerichte erfolgte unter Berücksichtigung der Ernährungsempfehlungen der SGE. Dies betrifft unter anderem auch die Kombination von Eiweiss und Getreide zur Erhöhung der biologischen Wertigkeit. Damit enthält praktisch jedes Gericht alle Aminosäuren und die biologische Wertigkeit sollte in einem Bereich von 100 Prozent liegen. Gegenüber der Auswertung in Bezug auf Proteine ergeben sich damit keine weiteren differenzierenden Aussagen da die Aminosäuren in allen Gerichten gleich gut verfügbar sind.

Die biologische Wertigkeit ist eine relative Bezugsgrösse. Für Auswertungen in Bezug zu Umweltbelastungen müsste die biologische Wertigkeit zunächst mit der Menge an Proteinen multipliziert werden um einen absoluten Kennwert zu erhalten. Erst dieses Produkt der Multiplikation von Proteingehalt und biologischer Wertigkeit könnte in Bezug zu Umweltbelastungen diskutiert werden. Dazu befragte Ernährungsexperten haben aber davon abgeraten einen solchen Indikator zu verwenden.

Eine quantitative Bewertung der Umweltbelastungen in Bezug zur biologischen Wertigkeit wurde deshalb nicht durchgeführt. Alle erhobenen und geschätzten Werte zur biologischen Wertigkeit sind in Tabellen und im Text dokumentiert.

5.4 Empfehlungen bezüglich nachhaltiger und gesunder Ernährung

In dieser Studie werden keine eigentlichen Ernährungsempfehlungen gegeben, solche sind ausreichend vorhanden (z.B. SGE 2011, SGE 2015). Die Resultate werden aber in Bezug auf die Empfehlungen zum Proteinbedarf interpretiert.

Ein erwachsener Mensch hat einen Bedarf von etwa 0,8 g Protein pro kg Körpergewicht, bei 70 kg also etwa 56 Gramm. Um dies zu veranschaulichen, nachfolgend ein Beispiel mit den betrachteten Gerichten: man erreicht die nötige Menge Protein mit einer Portion Birchermüesli mit Brot (18 g Protein) und einer Portion Spaghetti mit Soja Gehacktem (32 g Protein). Die biologische Wertigkeit

dieser Gerichte wird auf 100 geschätzt. Es wird also angenommen, dass alle essentiellen Aminosäuren in den Gerichten enthalten sind. Wie diese Beispiele zeigen, ist eine ausreichende Versorgung mit Proteinen durch vegetarische Gerichte gut möglich. Abwechslung und geeignete Kombinationen (z.B. Linsen mit Reis, Bohnen und Polenta) sind aber nötig.

Die Kalorien- und Proteinmenge allein ergibt natürlich keine sinnvolle Aussage zu einer gesunden Ernährung. Menschen müssen von allen Nährstoffen und Spurenelementen genügend aufnehmen, damit sie langfristig gesund bleiben. In vielen höher entwickelten Ländern werden im Durchschnitt zu viele Kalorien verzehrt. Weltweit betrachtet ist jedoch Hunger und unzureichende Kalorienmenge ein Problem. Nachhaltige Ernährung ist immer auch in einem weltweiten Kontext von begrenzten Ressourcen zu sehen. Insofern macht eine Betrachtung der Umweltbelastungen in Relation zur Kalorienmenge Sinn.

Die Gerichte Birchermüesli, Spaghetti Bolognese und Quorn in Champignonsauce haben mit rund 600 kcal einen relativ hohen Energiegehalt. Bei einem täglichen Bedarf eines Erwachsenen von rund 2000 kcal entsprechen diese Gerichte somit rund einem Drittel der benötigten Menge. Zusammen mit einem Salat ergeben sie eine sättigende Hauptmahlzeit. Die Gemüse-Tofu-Reispfanne enthält bei der vorgeschlagenen Menge um 400 kcal/Portion. Diese Menge ist geeignet für ein leichteres Essen, Personen, die sich nicht viel bewegen, oder leichtere Personen. Der Kalorienbedarf eines erwachsenen Menschen schwankt sehr stark, von 1800 kcal für Frauen bei sitzender Tätigkeit bis rund 3000 kcal für Männer bei starker körperlicher Tätigkeit. Dementsprechend wird eine Portion für einen Forstarbeiter eine andere Menge, einen anderen Kaloriengehalt und somit auch eine andere Anzahl UBP aufweisen als eine Portion für eine Informatikerin.

Auch aus diesem Grund ist es sinnvoll, die UBP auch pro Kalorieneinheit statt pro Portion auszuweisen (z.B. pro 100 kcal, oder pro 500 kcal).

In Bezug auf die eingangs gestellte Frage, mit welchen Lebensmitteln und Gerichten eine gute Nährstoffversorgung bei gleichzeitig geringer Umweltbelastung erreicht wird, kann folgendes gesagt werden:

Die Einzelprodukte weisen sehr unterschiedliche UBP/Kalorien auf. Aufgrund der geringen Zahl und der sehr unterschiedlichen Art der Einzelprodukte kann daraus aber keine Empfehlung für die generelle Bevorzugung bestimmter Produkte abgeleitet werden.

Bei den Zusammenstellungen haben das Gericht Falafel, Kartoffeln und Joghurtsauce und das Birchermüesli die niedrigste Umweltbelastung pro Kalorien, die Gerichte vegetarische Spaghetti Bolognese, Falafel und das Linsengericht die geringsten UBP/Protein. Die höchste Anzahl UBP pro Kalorien und pro Protein hat das Gericht mit Quorn, Nudeln und Champignonsauce. Die Gerichtszusammensetzung spielt eine grosse Rolle. Beim letztgenannten Gericht werden drei Komponenten kombiniert mit relativ hohen UBP/Kalorien: Quorn, Champignons und Rahm.

Somit kann bezüglich nachhaltiger und gesunder Ernährung empfohlen werden, bei Gerichten die Umweltbelastung der Einzelkomponenten zu berücksichtigen und Komponenten mit hoher Umweltbelastung durch gleichwertige Komponenten mit weniger Umweltbelastung zu ersetzen. Quorn könnte in diesem Gericht zum Beispiel mit Tofu ersetzt werden. Der Proteingehalt von Tofu ist vergleichbar, Tofu enthält zudem etwas mehr Fett und Kohlenhydrate als Quorn.

5.5 Diskussion

In dieser Studie werden einige pflanzliche Eiweisslieferanten beispielhaft untersucht. Da es eine Reihe unterschiedlicher Einflussgrössen gibt, gelten die Ergebnisse jeweils nur für die gezeigten Beispiele. Es können damit keine verallgemeinernden Aussagen getroffen werden.

Bei landwirtschaftlichen Produkten gibt es bekanntermassen grosse Schwankungen in den verursachten Umweltbelastungen in Abhängigkeit z.B. vom Anbauort, natürlichen Standortfaktoren

oder landwirtschaftlicher Praxis. Dies wurde z.B. an Hand des Sojaanbaus beispielhaft aufgezeigt. Bei anderen Produkten wurden nur einzelne Herkunftsregionen untersucht, es muss aber mit ähnlichen Unsicherheiten und Schwankungen gerechnet werden.

Auch bei Angaben zu den Verarbeitungsprozessen haben wir relativ grosse Schwankungen bei verfügbaren Datengrundlagen festgestellt. Insgesamt ist dieser Bereich noch nicht so gut untersucht.

Die Studie gibt aber trotzdem einen sehr guten Überblick zu allen relevanten Einflussfaktoren für die untersuchten pflanzlichen Eiweisslieferanten vom Acker bis zum Teller.

Unter Berücksichtigung der enthaltenen Nährwerte zeigen die untersuchten Produkte Umweltbelastungen in der gleichen Grössenordnung. Auf Grundlage der vorliegenden Untersuchung gibt es also weder Empfehlungen für einzelne besonders umweltfreundliche pflanzliche Eiweisslieferanten noch Hinweise auf besonders umweltbelastende Produkte. Ob diese Aussage für alle anderen pflanzlichen Eiweisslieferanten auch gilt, kann auf Grund fehlender Daten zurzeit nicht beurteilt werden.

Für eine nachhaltige Menügestaltung können Lebensmittel mit ähnlichen Nährwerten aber mit geringerer Umweltbelastung bevorzugt werden. Da in diesem Pilotprojekt erst eine kleine Auswahl von Lebensmitteln und Gerichten untersucht wurde, können hierzu aber keine generellen Empfehlungen gemacht werden.

5.6 Forschungsstand und Ausblick

Die Ernährung ist in der Schweiz einer der aus Umweltsicht wichtigsten Konsumbereiche. In dieser Studie wurden erstmals im Auftrag eines Bundesamtes einige Nahrungsmittel über den gesamten Lebensweg bis zum Teller des Konsumenten im Detail untersucht. Die beiden weiteren wichtigen Konsumbereiche Energieverbrauch und Mobilität werden hingegen schon seit bald 20 Jahren in öffentlich zugänglichen Ökobilanzen detailliert untersucht, auch um umweltfreundliche Alternativen zu identifizieren.

Die Pilotstudie hat dabei aufgezeigt, dass alle Stufen des Lebenszyklus von Nahrungsmitteln untersucht werden müssen, um aussagekräftige Grundlagen für eine Beurteilung zu erhalten. Der bisherige Fokus auf die landwirtschaftliche Produktion wie er z.B. in der ecoinvent Datenbank zu finden ist, reicht für einen Vergleich und für Empfehlungen zur umweltfreundlichen Ernährung nicht aus.

Verluste auf dem Teller werden in dieser Studie nicht berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass die zubereitete Menge auch gegessen wird. Dies stimmt in der Realität jedoch nicht. Auch dieser Einflussfaktor sollte zukünftig noch besser untersucht werden.

Deutlich wird auch, dass bei der Beurteilung nicht nur die Menge in Kilogramm eines Nahrungsmittels eine Rolle spielt. Als Teil der Dokumentation von solchen Bilanzen sollten deshalb auch Nährwerte erfasst werden. Zu beachten ist, dass Kalorien und Proteingehalt nur einzelne Aspekte der Ernährung sind. Im Laufe der Untersuchung hat sich gezeigt, dass die Datengrundlagen und Methodik zur biologischen Wertigkeit nicht ausreichen um Umweltbelastungen in Bezug zu diesem Indikator in sinnvoller Weise auszuweisen. Die biologische Wertigkeit hilft aber dabei, sinnvolle Kombinationen von Eiweissen in Gerichten aufzuzeigen. Weitere Untersuchungen zu verschiedenen Lebensmitteln und Gerichten sind wünschenswert, um konkrete Empfehlungen hinsichtlich einer Reduktion von Umweltbelastungen aus der Ernährung geben zu können.

6 Literatur

- Ahlawat 2015 Ahlawat I. P. S. (2015) Lentil. Indian Agricultural Research Institute. Division of Agronomy New Delhi, retrieved from: <http://nsdl.niscair.res.in/jspui/bitstream/123456789/506/1/LENTIL%20%20-%20Formatted.pdf>.
- Barbosa da Silva et al. 2005 Barbosa da Silva C. A., Perez R., de Almeida J. F. J., de Paiva Priante J. C., de Araújo M. A., Monteiro e Silva S., Oliveira M. and Machado J. V. (2005) Technical coefficients for utilization in the preparation of investment projects in the fields of agro-industries and postharvest. FAO, Rome, retrieved from: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/inpho/docs/Technical_coefficients.pdf.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2014a Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2014a) Linse. Anbau und Verwertung., retrieved from: http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/publikationen/daten/informationen/059744_linsen.pdf.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2014b Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2014b) Kichererbse. Anbau und Verwertung. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising-Weihenstephan, retrieved from: <http://www.lfl.bayern.de/publikationen/informationen/059723/index.php>.
- Blonk 2014 Blonk (2014) Agri-footprint: Methodology and basic principles. Blonk Agri-footprint BV, Gouda, The Netherlands, retrieved from: www.agri-footprint.com.
- Blonk 2015 Blonk (2015) Agri-footprint: Methodology and basic principles. Blonk Agri-footprint BV, Gouda, The Netherlands, retrieved from: www.agri-footprint.com.
- Blonk 2008 Blonk H. K., Anton; Luske, Boki (2008) Milieueffecten van Nederlandse consumptie van eiwitrijke producten. Gevolgen van vervanging van dierlijke eiwitten anno 2008, Gouda.
- Bohlmann 2013 Bohlmann F. (2013) Weder Fisch noch Vogel. Neuen Proteinquellen auf der Spur. In: *Tabula*, 2(2013), pp.
- Broekema & Blonk 2009 Broekema R. and Blonk H. (2009) Milieukundige vergelijking van vleesvervangers, retrieved from: http://blonkconsultants.nl/upload/pdf/milieukundige_vergelijking_vleesvervangers.pdf.
- 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/.
- Desjardins et al. 2014 Desjardins R. L., Worth D. E., Vergé X. P. C., VanderZaag A., Janzen H., Kroebe R., Maxime D., Smith W., Grant B., Pattey E. and Dyer J. A. (2014) Carbon Footprint of Agricultural Products - A Measure of the Impact of Agricultural Production on Climate Change, retrieved from: <http://www.wamis.org/agm/meetings/teco14/S5-Desjardins.pdf>.
- 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 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/.
- Doublet et al. 2013b Doublet G., Jungbluth N., Flury K., Stucki M. and Schori S. (2013b) 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/.
- 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.

- ecoinvent Centre 2014 ecoinvent Centre (2014) ecoinvent data v3.1, ecoinvent reports No. 1-25. Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Zurich, Switzerland, retrieved from: www.ecoinvent.org.
- Environmental Working Group 2011 Environmental Working Group (2011) Meat Eaters Guide. Methodology 2011., retrieved from: <http://www.pkdiet.com/pdf/MeatEatersGuideM.pdf>.
- ESU 2015 ESU (2015) The ESU database 2015. ESU-services Ltd., retrieved from: www.esu-services.ch/data/database/.
- Ethiopian Embassy 2012 Ethiopian Embassy (2012) PROFILE ON THE PRODUCTION OF DEFATTED SOYA BEAN FLOUR (DSF), retrieved from: http://www.ethioembassy.org.uk/trade_and_investment/Investment%20Profiles%20EIA/Food%20and%20Beverage%20Industry/Soya%20Bean.pdf.
- FAO Statistics Division 2015 FAO Statistics Division (2015) Chickpeas Yield. retrieved from: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>.
- Finnigan 2010 Finnigan T. L., Mark; Allan, Beverly; Paton, Ian (2010) Mycoprotein, Life Cycle Analysis and the food 2030 Challenge. In: *Aspects of Applied Biology*, **102**, pp. 81-90.
- 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. 2013a Flury K., Jungbluth N. and Houlder G. (2013a) Food losses in the life cycle of lasagne Bolognese: ready-to-serve vs. home-made. In *proceedings from: 6th International Conference on Life Cycle Management*, Gothenburg, retrieved from: www.esu-services.ch/projects/lcafood/waste/.
- Flury et al. 2013b Flury K., Doublet G. and Jungbluth N. (2013b) 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. 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.
- Gaur et al. 2010 Gaur P. M., Tripathi S., Laxmipathi Gowda C. L., Ranga Rao G. V., Sharma H. C., Pande S. and Sharma M. (2010) Chickpea Seed Production Manual. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics., Andhra Pradesh.
- Goodwin 2008 Goodwin M. S. (2008) Crop Profile for Chickpea in Canada, Ottawa, retrieved from: www.agr.gc.ca/pmc-cropprofiles.
- Head et al. 2011 Head M., Sevenster M. and Croezen H. (2011) Life Cycle Impacts of Protein-rich Foods for Superwijzer. CE Delft, Delft, retrieved from: http://www.cedelft.eu/publicatie/life_cycle_impacts_of_protein-rich_foods_for_the_superwijzer_app/1264.
- Head 2014 Head M. (2014) Update of LUC factors and background data for protein-rich products. CE Delft, retrieved from: http://www.ce.nl/publicatie/update_of_luc_factors_and_background_data_for_protein-rich_products/1546.
- Huntrods 2013 Huntrods D. (2013) Chickpea Profile. Agricultural Marketing Resource Center (AgMRC). Iowa State University., Ames, retrieved from: http://www.agmrc.org/commodities_products/vegetables/chickpea-profile/.
- International Organization for Standardization (ISO) 2006a International Organization for Standardization (ISO) (2006a) Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework. ISO 14040:2006; Second Edition 2006-06, Geneva.

- International Organization for Standardization (ISO) 2006b International Organization for Standardization (ISO) (2006b) Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines. ISO 14044:2006; First edition 2006-07-01, Geneva.
- 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. 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 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. 2015 Jungbluth N., König A. and Keller R. (2015) Ökobilanz Trinkwasser: Analyse und Vergleich mit Mineralwasser sowie anderen Getränken. In: *Aqua & Gas*, pp., retrieved from: www.aquaetgas.ch/.
- Jungbluth et al. 2016 Jungbluth N., Keller R., Eggenberger S., König A., Doublet G., Flury K., Büsser S., Stucki M., Schori S., Itten R., Leuenberger M. and Steiner R. (2016) 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/.
- Koch et al. 2015 Koch P., Salou T., Colomb V., Payen S., Perret S., Tailleur A. and Willmann S. (2015) AGRIBALYSE 1.2, retrieved from: www.ademe.fr.
- Koocheki et al. 2011 Koocheki A., Ghorbani R., Mondani F., Alizade Y. and Moradi R. (2011) Pulses Production Systems in Term of Energy Use Efficiency and Economical Analysis in Iran. In: *International Journal of Energy Economics and Policy* 1(4), pp., retrieved from: http://profdoc.um.ac.ir/pubs_files/p11024120.pdf.
- Laxmipathi Gowda et al. 2013 Laxmipathi Gowda C. L., Srinivasan S., Gaur P. M. and Saxena K. B. (2013) Enhancing the Productivity and Production of Pulses in India. In: *Climate Change and Sustainable Food Security*. (Ed. Shetty P. K., Ayyappan S. and Swaminathan M. S.). pp. 16. National Institute of Advanced Studies, Bangalore retrieved from: <http://oar.icrisat.org/7101/>.
- LC-inventories 2015 LC-inventories (2015) Corrections, updates and extensions of ecoinvent data v2.2. BAFU, retrieved from: www.lc-inventories.ch.

- 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.
- Margheim et al. 2004 Margheim J. F., Baltensperger D. D., Wilson R. G., Lyon D. J. and Hein G. L. (2004) Chickpea Production in the High Plains. South Dakota State University, University of Wyoming, University of Nebraska, retrieved from: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1766&context=extensionhist>.
- Ministry of Agriculture 2015 Ministry of Agriculture (2015) Crop Profitability Calculator. Peas. retrieved from: http://www.agf.gov.bc.ca/busmgmt/budgets/crop_profit.htm.
- Molenhuis & Hall 2014 Molenhuis J. and Hall B. (2014) Field Crop Budgets. Publication 60. Ministry of Agriculture Food and Rural Affairs, Toronto, retrieved from: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/busdev/facts/pub60.pdf>.
- Moraditochae et al. 2014 Moraditochae M., Azarpour E. and Reza Bozorgi H. (2014) Lentil (*lens culinaris medik*) production system in term of energy use efficiency and economical analysis in north of Iran. *In: Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences (Online)*, 4(1), pp. 9.
- Muehlbauer & Tullu 1997 Muehlbauer F. J. and Tullu A. (1997) *Lens culinaris Medik.*, retrieved from: <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/cropfactsheets/lentil.html>.
- 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.
- Muthu 2015 Muthu S. S. (2015) The Carbon Footprint Handbook. Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- Nemecek et al. 2007 Nemecek T., Heil A., Huguenin O., Meier S., Erzinger S., Blaser S., Dux. D. and Zimmermann A. (2007) Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems. ecoinvent report No. 15, v2.0. Agroscope FAL Reckenholz and FAT Taenikon, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, CH, retrieved from: www.ecoinvent.org.
- OECD 2007 OECD (2007) CONSENSUS DOCUMENT ON COMPOSITIONAL CONSIDERATIONS FOR NEW VARIETIES OF SUNFLOWER: KEY FOOD AND FEED NUTRIENTS, ANTI-NUTRIENTS AND TOXICANTS. Organisation for Economic Co-operation and Development, retrieved from: <http://www.oecd.org/science/biotrack/46815286.pdf>.
- PRé Consultants 2015 PRé Consultants (2015) SimaPro 8.0.5. PRé Consultants, Amersfoort, NL, retrieved from: www.simapro.ch.
- Quorn 2015 Quorn (2015) Quorn Foods - Sustainability: Product Carbon Footprint Certification Summary Report.
- Raats 2007 Raats J. (2007) Meat (substitutes) comparing environmental impacts. A Case study comparing Quorn and pork. University of Groningen, Groningen, retrieved from: <https://www.rug.nl/research/portal/publications/meat-substitutes-comparing-environmental-impacts-a-case-study-comparing-quorn-and-pork%2806d94e92-3489-4d4c-b2ab-a9673fafad04%29.html>.
- Saskatchewan Pulse Growers 2000 Saskatchewan Pulse Growers (2000) Pulse Production Manual 2000, retrieved from: <http://www.ndsu.edu/pubweb/pulse-info/resources-pdf/Lentil%20production%20guide%20from%20Saskatchewan.pdf>.

- Saskatchewan Pulse Growers 2011a Saskatchewan Pulse Growers (2011a) Chickpea Production Manual, Saskatoon, retrieved from: http://www.saskpulse.com/uploads/content/111208_Chickpea_Manual_-_FINAL_COPY.pdf.
- Saskatchewan Pulse Growers 2011b Saskatchewan Pulse Growers (2011b) Lentil Production Manual, retrieved from: http://www.saskpulse.com/uploads/content/11209_FINAL_Lentil_Manual.pdf.
- Seifert 2011 Seifert C. (2011) Ernährung nach den Fünf Elementen. Ausbildung in Ernährungsberatung, Sursee.
- SGE 2011 SGE (2011) Schweizer Lebensmittelpyramide. Empfehlungen zum ausgewogenen und genussvollen Essen und Trinken für Erwachsene. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE), Bern, retrieved from: http://www.sge-ssn.ch/media/sge_pyramid_long_D_2014.pdf.
- SGE 2012 SGE (2012) Schweizer Nährwerttabelle. Schulverlag plus AG, Bern, retrieved from: http://opac.nebis.ch/ead50/objects/view/4/E57_7339470_TB-Index_004227174.pdf.
- SGE 2014 SGE (2014) FOODprints® – Tipps zum nachhaltigen Essen und Trinken. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE), Bern, retrieved from: www.foodprints.ch.
- SGE 2015 SGE (2015) Merkblatt vegetarische Ernährung, retrieved from: http://www.sge-ssn.ch/media/Merkblatt_vegetarische_Ernaehrung_2015.pdf.
- Sieber 1988 Sieber R. (1988) Die Bedeutung von Käse für die menschliche Ernährung. In: *Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung*, **28 (3/4)**, pp. 251-273.
- Smetana et al. 2015 Smetana S., Mathys A., Knoch A. and Heinz V. (2015) Meat Alternatives: Life Cycle Assessment of Most Known Meat Substitutes. Manuscript Draft. In: *The International Journal of Life Cycle Assessment*, **20(9)**, pp.
- Smith et al. 2008 Smith E. G., Zentner R. P., Nagy C. N., Khakbazan M. and Lafond G. P. (2008) Decoding Your Fuel Bill: What is Your Farm's Real Energy Bill? In: *Prairie Soils and Crops*, **1**, pp. 5, retrieved from: <http://www.prairiesoilsandcrops.ca/volume1.php>.
- 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.
- Stylianou et al. 2015 Stylianou K. S., Heller M. C., Fulgoni III V. L., Ernstoff A. S., Keoleian G. A. and Jolliet O. (2015) A life cycle assessment framework combining nutritional and environmental health impacts of diet: a case study. In: *Int J LCA*, pp., retrieved from: http://www.researchgate.net/publication/282197943_A_life_cycle_assessment_framework_combining_nutritional_and_environmental_health_impacts_of_diet_a_case_study_on_milk.
- Tesco PLC 2012 Tesco PLC (2012) Product Carbon Footprint Summary, retrieved from: https://www.tescopl.com/assets/files/cms/Tesco_Product_Carbon_Footprints_Summary%2081%29.pdf.
- Truth Economic Consultancy n.d. Truth Economic Consultancy (n.d.) Soya Protein Concentrate Project. Cost Basis: Oman., retrieved from: <http://truth-uae.com/uploads/documents/304.doc>.
- USA DRY PEA & LENTIL COUNCIL 2014 USA DRY PEA & LENTIL COUNCIL (2014) Processing Methods for Dry Peas, Lentils & Chickpeas, retrieved from: <http://www.pea-lentil.com/technical-manual>.
- von Koerber et al. 2012 von Koerber K., Männle T. and Leitzmann C. (2012) Vollwert-Ernährung: Konzeption einer zeitgemässen und nachhaltigen Ernährung. Haug Verlag Stuttgart.
- von Koerber 2014 von Koerber K. (2014) Fünf Dimensionen der Nachhaltigen Ernährung und weiterentwickelte Grundsätze – ein Update. In: *Ernährung im Fokus*, **14-09-10, 14**, pp.,

retrieved from: http://www.worms.de/de-wAssets/docs/mein_worms/bereich_3/umwelt_klima/aid-nachhaltige-Ernaehrung.pdf.

Wilcke 2015 Wilcke B. (2015) Buckwheat Harvesting, Drying, and Storage. Retrieved 22.06.2015 retrieved from: <http://www.hort.cornell.edu/bjorkman/lab/buck/guide/dry.html>.

Yadav et al. 2007 Yadav S. S., Redden R. J., Chen W. and Sharma B. (2007) Chickpea Breeding and Management.

7 ISO 14040-48 Methodik für Ökobilanzen

Die Ökobilanz, beziehungsweise das Life Cycle Assessment (LCA) ist eine Methode zur Abschätzung der mit einem Produkt¹³ verbundenen Umweltauswirkungen. Die Ökobilanz beruht auf einem Lebenszyklus-Ansatz. Damit werden die Umweltauswirkungen eines Produktes von der Rohstoffentnahme über Fertigung und Nutzung bis zur Entsorgung des Produktes und der Produktionsabfälle (von der Wiege bis zur Bahre, „cradle to grave“) erfasst und beurteilt.

Eine Ökobilanz lässt sich gemäss ISO 14040 grob in vier Phasen unterteilen (siehe Fig. 7.1): (1) Festlegung des Ziels und des Untersuchungsrahmens, (2) Sachbilanz, (3) Wirkungsabschätzung und (4) Auswertung.

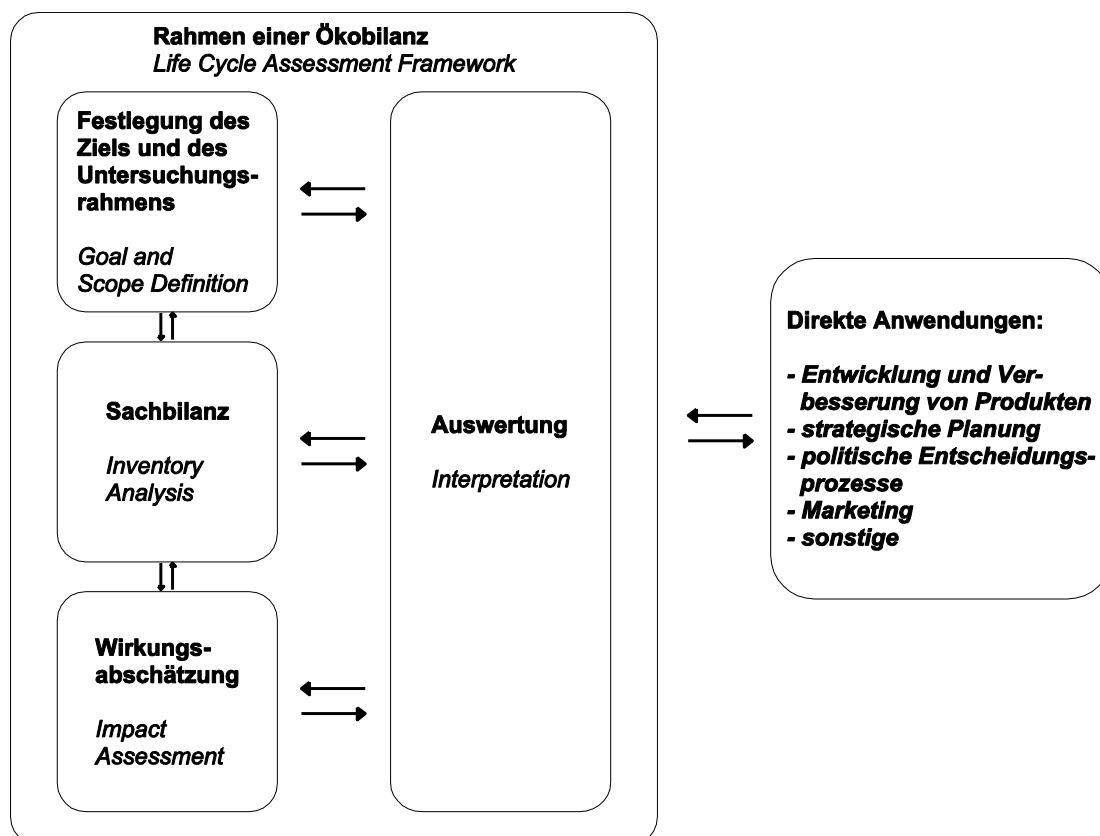


Fig. 7.1 Bestandteile einer Ökobilanz (Life Cycle Assessment, LCA); Bezeichnungen in Deutsch und englisch; gemäss ISO 14'040/44

Die Zieldefinition (Phase 1) umfasst die Beschreibung des Untersuchungsgegenstandes und die Definition der Bezugsgrösse, der sogenannten funktionellen Einheit. Zudem werden diejenigen

¹³ Der Begriff Produkt schliesst hier Dienstleistungen mit ein.

Umweltaspekte definiert, die bei der Wirkungsabschätzung und der Interpretation berücksichtigt werden sollen. Der *Untersuchungsrahmen* wird abgesteckt, indem die Modellierungsweise und die für ein Produkt massgebenden Prozesse bestimmt und beschrieben werden.

In der *Sachbilanz* (= Ökoinventar, Phase 2) werden die Umwelteinwirkungen¹⁴ und der Bedarf an Halbfabrikaten, Hilfsstoffen und Energie der am Produktlebenszyklus beteiligten Prozesse erfasst und zusammengestellt. Diese Daten werden in Bezug gesetzt zum Untersuchungsgegenstand und damit verbunden der funktionellen Einheit. Das Ergebnis der Sachbilanz sind die kumulierten Stoff- und Energieflüsse, die durch den Untersuchungsgegenstand verursacht werden.

Ausgehend von der Sachbilanz wird die *Wirkungsabschätzung* (Phase 3) durchgeführt. Gemäss ISO 14040 wird die Wirkungsabschätzung in verschiedene Teilschritte unterteilt.

In der *Auswertung* (Phase 4) werden die Resultate der Sachbilanz und der Wirkungsabschätzung entsprechend der Zielsetzung und dem Untersuchungsrahmen der Ökobilanz zusammengefasst. Es werden Schlussfolgerungen gezogen und Empfehlungen formuliert.

Die ISO-Normen 14040 "Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen" und 14044 "Umweltmanagement – Ökobilanz Anforderungen und Anleitungen" (International Organization for Standardization (ISO) 2006a, b) beschreiben die Vorgehensweise bei der Erarbeitung einer Ökobilanz. Die Normen-Texte beschränken sich in der Regel auf Zielvorgaben und überlassen die Wahl der geeigneten Mittel den Ökobilanz-Praktikern. In einzelnen Fällen werden jedoch konkrete und detaillierte Vorgaben gemacht. Dies ist zum Beispiel bei den Anforderungen an die Berichterstattung oder das Durchführen eines kritischen Prüfverfahrens der Fall.

Es muss hier darauf hingewiesen werden, dass die Durchführung von Ökobilanzen nicht nach ISO 14040ff erfolgen *muss*. Es handelt sich um eine Norm die freiwillig eingehalten werden kann und in diesem Fall mit dem Zusatz 'erstellt nach ISO 14040ff' versehen werden darf.

Wird die Studie veröffentlicht, ist eine kritische Prüfung notwendig, damit die ISO-Normen 14040 und 14044 erfüllt werden. Ausserdem dürfen keine vollaggregierenden Methoden (wie z. B. die Methode der ökologischen Knappheit, ReCiPe, Eco-indicator 99) angewendet werden.

Bei der hier vorliegenden Studie wird ein Vergleich verschiedener Systeme durchgeführt, ohne dass hierzu eine kritische Prüfung in Auftrag gegeben wurde. Die hier vorliegende Studie darf demnach nicht mit dem Zusatz 'erstellt nach der Norm ISO 14040ff' versehen werden.

¹⁴ Ressourcennutzung und Schadstoffemissionen.

8 Rezepte für die Zubereitung der untersuchten Produkte

8.1 Bereitstellung von Einzelprodukten

Die Portionsgrößen werden generell gemäss den Empfehlungen der Schweizerischen Gesellschaft für Ernährung (SGE) angegeben.¹⁵ Zudem wurde die Mengenempfehlungen pro Person des Inforama beachtet.¹⁶ Portionen und Mengen sind keine exakte Wissenschaft. Es sind Richtwerte und die Mengen schwanken je nach Art der Essenden, der Zusammensetzung der Gerichte und der gesamten Mahlzeit (ob zum Beispiel zu Beginn der Mahlzeit eine Suppe gereicht wird), sowie der körperlichen Tätigkeit der Essenden.

8.1.1 Sojamilch

Eine Portion entspricht 2 dl Sojamilch. Es wird angenommen, dass die Sojamilch im Kühlschrank gelagert und im Glas serviert wird. Es wird von 3.5 Tagen Verweildauer im Kühlschrank ausgegangen. Dies entspricht der Hälfte der maximalen Haltbarkeit einer angebrochenen Packung (7 Tage).

8.1.2 Sonnenblumenkerne

Eine Portion entspricht 25 g (einer kleinen Handvoll) Sonnenblumenkernen. Die Kerne werden nicht weiter zubereitet.

8.1.3 Champignons, gedünstet

Eine Portion entspricht 120 g frischen Champignons. Die Pilze werden mit 1 Liter Wasser gewaschen und danach während 15 Minuten ohne Fett und Salz gedünstet.

8.1.4 Sojabohnen, eingeweicht und gekocht

Eine Portion entspricht 60 g ungekochter Sojabohnen¹⁷ (= 120 g gekocht). Für vier Portionen werden 240 g ungekochter Sojabohnen (480 g gekocht) verwendet.

Die Sojabohnen werden über Nacht eingeweicht und während 40 Minuten im Dampfkochtopf gekocht.

Es wird davon ausgegangen, dass die Sojabohnen vor dem Einweichen mit 1 Liter kaltem Wasser gewaschen werden. Danach werden 2 Liter Wasser für das Einweichen und den Kochvorgang einberechnet, wovon 0.24 Liter in den Sojabohnen verbleiben.

8.1.5 Kichererbsen, aus der Dose, aufgewärmt

Eine Portion entspricht 125 g gekochter Kichererbsen. Diese kommt einer halben Dose Kichererbsen gleich, welche in der Regel in 250 g Dosen (Abtropfgewicht) verkauft werden.

¹⁵ http://www.sge-ssn.ch/media/sge_pyramid_basic_D_2014.pdf

¹⁶ http://www.inforama.vol.be.ch/inforama_vol/de/index/beratung/beratung/beratungsgebiete/betrieb_familie/hauswirtschaftlichefragen.assetref/dam/documents/VOL/Inforama/de/Dokumente/Beratung/Familie%20%26%20Hauswirtschaft/Hauswirtschaftliche%20Fragen/menge-hauptmahlzeit.pdf

¹⁷ Bei Hülsenfrüchten kommt es darauf an, ob sie als Hauptzutat oder als Beilage verwendet werden. Gemäss SGE ist eine Portion als Hauptspeise 60-100 g (ungekocht).

Für die Erstellung von 4 Portionen werden 500 g Kichererbsen (Inhalt von zwei Dosen) erwärmt. Es wird davon ausgegangen, dass die Kichererbsen nach 10 Minuten Erwärmung fertig gestellt sind. Es wird kein zusätzliches Wasser beigelegt.

8.2 Kochrezepte für Gerichte

Die folgenden Rezepte werden jeweils für die Zubereitung von 4 Portionen angegeben. Für Gerichte werden die Gewichtsangaben für sämtliche Zutaten und die ungefähren Kochzeiten berücksichtigt.

8.2.1 Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce

Salzkartoffeln:

5 dl Wasser aufkochen

1 kleiner Löffel Salz

720 g festkochende Kartoffeln, geschält und kleingeschnitten zugeben

10-15 Minuten kochen

Joghurtsauce:

200 g Joghurt nature mit Salz und 50 g frischen Kräutern nach Wahl würzen

540 g Falafelbällchen (Fertiggericht, 3 Packungen à 180 g) nach Anleitung in wenig Sonnenblumenöl braten.

480 g Karotten in wenig Wasser 15 Minuten dämpfen, mit etwas Salz würzen.

8.2.2 Birchermuesli¹⁸

Für 4 Portionen / Vorbereitungszeit: ca. 1 Stunde quellen lassen / Zubereitungszeit: ca. 30 Minuten

Zutaten

200 g Haferflocken

1 dl Sojamilch

2 EL Sultaninen

400 g Joghurt nature 3,6%

½ Zitrone, Saft und abgeriebene Schale

1 Messerspitze Zimt

3 mittelgrosse Äpfel

400 g Erdbeeren

2 EL Mandeln oder Haselnüsse gemahlen

2 TL Zucker

Dazu:

4 Scheiben Vollkornbrot

40 g Butter

Zubereitung

¹⁸ <http://www.sge-ssn.ch/media/birchermuesli.pdf>

Flocken mit Milch und Sultaninen mischen, 1 Stunde quellen lassen.

Jogurt, Zitronenschale und -saft sowie Zimt darunter rühren. Äpfel mit der Bircherraffel dazu reiben und sofort mischen. Erdbeeren waschen, schneiden und zusammen mit den Nüssen daruntermischen. Bei Bedarf mit wenig Milch verdünnen und leicht süssen.

Müesli in Suppenteller anrichten.

Zusammen mit einem Stück Vollkornbrot und 10 g Butter servieren.

8.2.3 Kichererbsengemüse mit Rosinen und Reis¹⁹

240 g getrocknete Kichererbsen über Nacht einweichen; am nächsten Tag Einweichwasser wegschütten und in kaltem Wasser mit einem Lorbeerblatt aufsetzen; im Dampfkochtopf 30 Min kochen.

Separat: 480 g Karotten kleingeschnitten in 1 EL Sonnenblumenöl andünsten; 50 g Rosinen dazugeben; geriebener frischer Ingwer, reichlich Cumin und Salz dazugeben. Dünsten, bis die Karotten halb gar sind.

Gekochte Kichererbsen und wenig Zitronensaft dazugeben. reichlich Paprikapulver (Paprika edelsüss) darüber streuen, 3 dl Sojamilch dazugeben. Mit wenig Koriander und Salz würzen. Noch etwa 5 Minuten köcheln lassen, abschmecken.

Dazu Reis: 5 dl Wasser und ½ Teelöffel Salz aufkochen. 250 g Reis zufügen. Aufkochen, zurückschalten auf Stufe 2-3, 20 Min. kochen.

8.2.4 Linsengericht mit Polenta

240 g braune gewaschene braune Linsen mit 5 Tassen Wasser in einen Dampfkochtopf geben. 480 g Karotten schälen und in Stücke schneiden und dazu geben. 1 Lorbeerblatt dazu geben. Im Dampfkochtopf 20 Minuten garen.

Abschmecken mit Salz, wenig Apfelkräuternessig, Kurkuma, Koriander.

Dazu Polenta: 2,5 dl Milch mit 6,5 dl Wasser und 1 Teelöffel Gemüsebouillon aufkochen. 180 g Polenta-Mais einrühren. Temperatur auf Stufe 2 zurückschalten, 30-40 Min. köcheln; 1 EL Butter und 30 g Parmesan unterrühren.

8.2.5 Gemüse-Tofu-Reispfanne²⁰

Für 4 Portionen / Zubereitungszeit: ca. 30 Minuten

Reis: 200 g Basmatireis trocken, Wasser, Salz

Gemüse und Tofu:

480 g Broccoli, gerüstet und in Stücke geteilt

40 g Pinienkerne

1 mittlere Zwiebel

1 Knoblauchzehe

2 EL Holl Rapsöl (besonders hitzestabiles Öl, ideal zum Hoherhitzen)

450 g Tofu

1 grosse Peperoni

¹⁹ Temelie und Trebuth (2009). Das Fünf Elemente Kochbuch. Joy Verlag Oy-Mittelberg.

²⁰ <http://www.sge-ssn.ch/media/gemuese-tofu-reispfanne.pdf>

10 ml Sojasauce

Pfeffer, Kurkuma, Zitronengras, Ingwer, Curry nach Belieben

Zubereitung

Basmatireis gemäss Packung zubereiten.

Eine Pfanne mit Siebeinsatz nehmen und bis zum Siebeinsatz mit Wasser füllen. Broccoli in die Pfanne geben, würzen und zudecken. Auf grosser Stufe aufkochen und dann auf kleiner Stufe 15 Minuten dämpfen.

Pinienkerne ohne Öl in einer Pfanne goldbraun rösten und aus der Pfanne nehmen. Peperoni waschen und in feine Streifen schneiden, den Tofu in Würfel schneiden. Zwiebel und Knoblauchzehe hacken und im Öl anbraten, Tofu beifügen und kurz mitbraten. Nach Belieben mit Kurkuma, Zitronengras, Ingwer und Curry würzen.

Peperonistreifen, Broccoli und Reis zufügen.

Gut vermengen, evtl. mit Sojasauce, Salz und Pfeffer abschmecken.

Mit Pinienkernen garniert servieren.

8.2.6 Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem

400 g Spaghetti in 2-3 l Wasser 10 Minuten kochen, abtropfen, 1 EL Butter dazugeben

Sauce Bolognese:

2 EL Olivenöl erhitzen

1 Zwiebel gehackt dünsten

200 g Karotten, Sellerie, Petersilienwurzel in kleinen Würfeln dazugeben

3 EL Tomatenpüree und 400 g Pellati (Dose) dazugeben

200 g Soja Gehacktes (frisch) dazugeben

2-4 dl Gemüsebouillon nach Bedarf auffüllen

Mit Pfeffer, Salz und italienischen Kräutern würzen

30 Minuten köcheln.

Dazu geriebener Parmesan 25 g pro Person / 100 g für 4 Personen

8.2.7 Quorn in Champignonsauce, mit Nudeln

300 g Teigwaren in 2 l kochendes Wasser geben, 10 Minuten kochen, abtropfen, 1 EL Butter dazugeben

460 g Quorn Geschnitztes oder Gehacktes in etwas Olivenöl anbraten. Warm stellen

30 g Butter erwärmen

2 Schalotten gehackt darin andünsten

480 g vorbereitete Champignons zugeben, unter regelmässigem Wenden ca. 5 Minuten dünsten

Mit 1 dl Weisswein ablöschen

2 dl Vollrahm beifügen, aufkochen und die Flüssigkeit um etwa ein Drittel einkochen lassen

Mit Petersilie, Salz und Pfeffer würzen

Das Quorngeschnitzte dazu geben.

8.3 Nährwerte

Die Nährwerte der Lebensmittel bzw. Konsumprodukte sind in der Tab. 8.1 pro 100 g gemäss der vorgeschlagenen Verzehrsform angegeben. Die Nährwertberechnung ist in Tab. 7.2 aufgeführt.

Tab. 8.1 Nährwerte der bilanzierten Konsumprodukte

Verkauftes Konsumprodukt	Landw. Rohprodukte bzw. Zutaten	Verzehrsform	Energiegehalt kcal / 100 g Lebensmittel gemäss Verzehrsform	Proteingehalt g / 100 g Lebensmittel gemäss Verzehrsform	Biolog. Wertigkeit %
Kichererbse, Dose	Kichererbsen	gekocht	135	7,6	45
Kichererbsen, getrocknet	Kichererbsen	gekocht	135	7,6	45
Linsen getrocknet	Linsen	gekocht	121	8,8	33
Sojabohne getrocknet	Sojabohne	gekocht	173	14	84
Mandeln	Mandeln	roh	567	24,8	61
Sojamilch	Sojabohne	roh	45	4,1	65
Champignons frisch	Champignons	gekocht	24	2,6	52
Sonnenblumenkerne	Sonnenblumenkerne	roh	626	21,3	79
Quorn Gehacktes Migros 230 g	Pilzprodukt Quorn 94% (BAG N Nr. 100259), Eiweisspulver (von Eiern aus Freilandhaltung), Gerstenmalzextrakt, Festigungsmittel: E 263 und E 509, Karamellzucker.	gekocht	94	14	84
Tofu natur Alnatura 200g	Sojabohnen, Wasser, Nigari	gekocht	143	15,7	52
Soja Gehacktes Delicor Coop 230 g	Wasser, Sojaproteinkonzentrat 27%, Streuwürze (Kochsalz, Gewürze, Zwiebeln, Karotten, Tomaten, Champignons, Sellerie, Sonnenblumenöl), Gerstenmalz, Vit. B12.	gekocht	93	18	k.A. (67 geschätzt)
Falafel Migros 180 g	Kichererbsen 75%, Rapsöl, Zwiebeln, Knoblauch, Petersilie, Kreuzkümmel, Reismehl, Kochsalz, Backtriebmittel: E 500	gekocht	284	9	k.A. 50 geschätzt)

Quellen: Energie- und Proteingehalt aus Schweizer Nährwerttabelle und Nährwertdatenbank (SGE 2012); Ausnahmen: Farbige Felder sind Angaben der Hersteller (Nährwertangaben auf der Verpackung).

Biologische Wertigkeit: www.naehrwertrechner.de (die Angaben basieren auf dem Bundeslebensmittelschlüssel des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft), Quorn: gemäss Angaben des Herstellers²¹. Schätzwerte anhand Kombination der biologischen Wertigkeit der Einzelprodukte.

Sojamilch: Roh heisst in diesem Fall, dass die hergestellte Sojamilch nicht erhitzt oder weiter verarbeitet wird

²¹ http://www.quorn.ch/wp-content/uploads/de_CH/2014/04/MAFErnaehrungsbroschueredutch.pdf

Tab. 8.2 Nährwertberechnung der Gerichte, Nährwerte gemäss Schweizer Nährwerttabelle

Kichererbsen Mohrrüben Rosinen Reis								
	g bezieht sich auf	kcal / 100 g	g Protein / 100 g	g im Rezept	kcal Gericht	kcal Portion	Protein Gericht	Protein id Portion
Kichererbsen	getrocknet	327	18,6	240	784,8		44,64	
Karotten	roh	38	0,8	480	182,4		3,84	
Sonnenblumenöl		809	0	15	121,4		0,00	
Rosinen	getrocknet	297	2,5	50	148,5		1,25	
Sojamilch	verarbeitet dl	45	4,1	3	135,0		12,30	
Reis weiss poliert	trocken	348	6,6	250	870,0		16,50	
					2242,1	561	78,53	19,63
Falafel Kartoffeln Karotten Joghurtsauce								
Kartoffeln	roh	76	2	720	547,2		14,40	
Joghurt nat	nature	71	4	200	142,0		8,00	
Kräuter	frisch, Mischung	50	3,6	50	25,0		1,80	
Falafelbällchen	Fertigprodukt	284	9	540	1533,6		48,60	
Sonnenblumenöl		809	0	15	121,4		0,00	
Karotten	roh	38	0,8	480	182,4		3,84	
					2551,6	638	76,64	19,16
Linsen Rüebl Polenta								
Linsen	trocken	331	24	240	794,4		57,60	
Karotten	roh	38	0,8	480	182,4		3,84	
Milch	Vollmilch past dl	68	3,3	2,5	170,0		8,25	
Gemüsebouillon		6	0,3	1	6,0		0,30	
Polenta	Maisgriess trocken	350	8,8	180	630,0		15,84	
Butter	Kochbutter	745	0,5	15	111,8		0,08	
Parmesan		381	36	30	114,3		10,80	
					2008,9	502	96,71	24,18
Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem								
Spaghetti	ohne Ei, trocken	353	12,5	400	1412,0		50,00	
Olivenöl		809		30	242,7		0,00	
Zwiebel		39	1,3	25	9,8		0,33	
Gemüse	Mischung	38	2	200	76,0		4,00	
Tomatenpüree		77	4,5	33	25,4		1,49	
Pellati (Tomaten)		19	0,9	400	76,0		3,60	
Sojagehacktes	frisch Delicorn	93	18	200	186,0		36,00	
Gemüsebouillon	dl	6	0,3	3	18,0		0,01	
Parmesan		381	36	100	381,0		36,00	
					2426,9	607	131,42	32,85
Quorn in Champignonsauce, Nudeln								
Teigwaren	ohne Ei, trocken	353	12,5	300	1059,0		37,50	
Butter	Kochbutter	745	0,5	15	111,8		0,08	
Quorngehacktes	frisch Cornatur	94	14	460	432,4		64,40	
Butter	Kochbutter	745	0,5	30	223,5		0,15	
Schalotten		39	1,3	50	19,5		0,65	
Champignons	frisch	20	2,1	480	96,0		10,08	
Weisswein	12,5 % dl	71	0,2	1	71,0		0,20	
Vollrahm	dl,past	334	2	2	668,0		4,00	
					2681,2	670	117,06	29,26

Biologische Wertigkeit

Der Mensch muss eine bestimmte Menge von Proteinen bzw. von allen Aminosäuren zu sich nehmen, insbesondere die essentiellen Aminosäuren. Es ist mit der Nahrung eine optimale Kombination von Lebensmitteln anzustreben, welche alle Aminosäuren und insgesamt genügend Eiweiss enthalten. Diese Kombinationen können mit vorwiegend tierischen Produkten, einer Mischkost mit wenig tierischen Produkten oder rein pflanzlichen Produkten erreicht werden.

Die biologische Wertigkeit ist eine Methode zur Abschätzung der Proteinqualität. Sie gilt als Mass dafür, wie viel eines aufgenommenen Nahrungsproteins in körpereigenes Protein umgewandelt werden kann. Je höher die biologische Wertigkeit der aufgenommenen Proteine ist, desto weniger Protein muss zugeführt werden, um eine ausgeglichene Protein- und Stickstoffbilanz zu erreichen. Von den 20 Aminosäuren sind 8 essentiell, das heisst wir müssen sie mit der Nahrung aufnehmen. Die biologische Wertigkeit von Proteinen ist umso höher, je höher der Gehalt an essentiellen Aminosäuren ist und je mehr Aminosäuren enthalten sind, die der Mensch für den Aufbau der körpereigenen Proteine benötigt.

Zur biologischen Wertigkeit der untersuchten Lebensmittel wurden verschiedene Angaben in der Literatur gefunden. Keine der Literaturquellen beinhaltet alle Angaben vollständig. Wir stützen uns auf die Angaben in Nährwertrechner.de²², die auf dem Bundeslebensmittelschlüssel des Deutschen Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft beruhen. Die Werte aus den verschiedenen Quellen sind meistens ähnlich. Einzig bei den Sojabohnen gibt es recht unterschiedliche Angaben. Der Nährwertrechner gibt 44 % für getrocknete und 65 % für frische Sojabohnen an, von Koerber et al. (2012) jedoch 84 % und Sieber (1988) 85 %. Wir haben in diesem Fall die Zahl gewählt, die in verschiedenen Quellen häufiger genannt wurde (84 %).

Die Gerichte wurden so konzipiert, dass sie bezüglich der Nährstoffe ausgewogen sind. Sie beinhalten eine Proteinquelle wie Hülsenfrüchte, Tofu oder Quorn, eine Stärkequelle wie Reis, Mais oder Nudeln. Zusätzlich sind noch Gemüse oder Früchte und / oder Milchprodukte enthalten. Durch die Kombination von Lebensmitteln mit verschiedenen Aminosäuremustern wird die biologische Wertigkeit erhöht.

Für die meisten unserer gewählten Kombinationen der Lebensmittel wurden in der Literatur keine Angaben für die biologische Wertigkeit gefunden.

Tab. 8.3 Biologische Wertigkeit der Gerichte

Einzelprodukt / Gericht	Biolog. Wertigkeit
Kichererbsengemüse mit Rosinen und Reis	-
Linsengericht und Polenta	(100)*
Birchermüesli mit Brot	67 Plus Brot
Quorn in Champignonsauce, mit Nudeln	-
Gemüse-Tofu-Reispfanne	(100)*
Spaghetti Bolognese mit Soja Gehacktem	-
Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce	-

*BW Linsen und Polenta: geschätzt, kein Wert in der Literatur für diese Kombination gefunden; Schätzung anhand folgender Überlegung: Kombination Linsen und Reis hat BW von 100; Reis und Mais haben sehr ähnliche Aminosäuregehalte.

BW Gemüse-Tofu-Reispfanne: geschätzt, kein Wert in der der Literatur für diese Kombination gefunden; Schätzung anhand der vorhandenen Werte für Soja und Reis (111, Tab. 7.5)

- Kein Wert in der Literatur gefunden

²² <http://www.naehrwertrechner.de/>

Tab. 8.4 Biologische Wertigkeit verschiedener Lebensmittel, verschiedene Quellen

Lebensmittel	Nährwertrechner.de ²³	von Koerber et al. 2012	Sieber 1988
Hühnerei (Referenz)	100	100	100
Kartoffel	69	86	99
Milch	81	84	88
Joghurt		83	
Käse (Schweizer Käse)			83
Reis	72	83	81
Sojabohne	65 frisch/ 44 getrocknet	84	85
Sojamilch	65		
Tofu	52		
Sojaschnitzel	67		
Bohnen		73	72
Linsen	33	33	
Kichererbsen	45		
Mais	54 (Griess)	76	72
Weizen	57 (Mehl)	58	50
Haferflocken	60	60	
Vollkornbrot	69		
Mandeln	61		
Sonnenblumenkerne	79		
Karotten	58	36	
Champignons	52		
Spaghetti	51		
Falafel	-		

Tab. 8.5 Biologische Wertigkeit für Lebensmittelkombinationen

Lebensmittel	von Koerber et al. 2012	Seifert 2011	Eucell.de ²⁴
50% Milch und 50% Kartoffeln	92		
52% Bohnen und 48 % Mais	101		
75 % Milch und 25 % Weizen	106		
55% Soja und 45 % Reis		111	
Soja und Kartoffeln		103	
Soja und Hirse		100	
Linsen und Reis		100	
Müesli			67

²³ <http://www.naehrwertrechner.de/>

²⁴ <http://www.eucell.de>

9 Life cycle inventory analysis

9.1 Publication of data

Data that are newly collected for this project are uploaded to the website www.lc-inventories.ch. Because this new data is linked to existing data of ESU data-on-demand (www.esu-services.ch/projects/lcafood/fooddata/), they can only be evaluated with the purchase of additional data or linking them to own background data.

9.2 Introduction unit process raw data

The unit process inventory is an inventory (a list) of energy and material flows (in- and outputs), which are caused by a product or by a service. It is also named **unit process raw data**. Fig. 9.1 shows the unit process flow chart of potatoes cultivation with some inputs and outputs as an example. Potato seeds are the direct input; potatoes are the major output (product or reference flow) of this unit process. Besides, further inputs, e.g. fertilizer, agricultural machinery hours or pesticides are necessary. The unit process causes also some emissions, e.g. pesticides to water or N₂O to air.

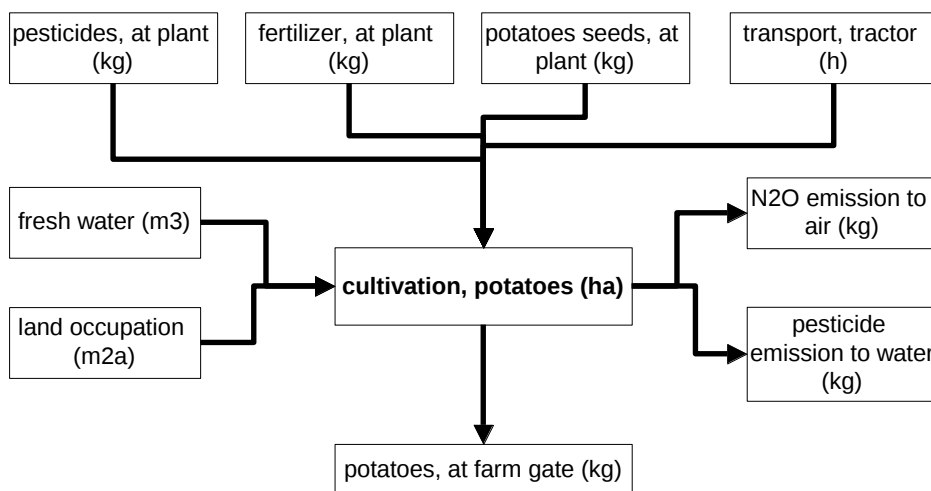


Fig. 9.1 Unit process flow chart of the cultivation of potatoes including some examples of inputs and outputs

Tab. 9.1 shows an example for some unit process raw data. In the first four lines of column L, there is again a description of the reference flow for this unit process. This example refers to the production of 1 kg potatoes in Switzerland (CH) with integrated production (IP) technology (excerpt from Nemecek et al. 2004). Only a part of the recorded 67 inputs and outputs is shown in this table.

Column B is not part of the electronic format, but it helps to structure the information about different inputs and outputs. In column F, G, J and K the different inputs and outputs to and from the unit process are described in detail. For technosphere inputs the nomenclature equals the description for the reference flow. Line 7, for instance, defines the input of a fertilizer (ammonium nitrate, as N, at regional storage). The fertilizer has been produced in Europe (RER). It is not an infrastructure process and the actual amount per kg potatoes in column L is provided with the unit “kg”. Or in other words line 7 can be read as follows: For the production of 1 kg potatoes one needs 0.44 grams of nitrogen in the form of ammonium nitrate fertilizer.

In lines 49-53 resource uses of carbon dioxide and land are recorded (input flow from nature). The description of flows from and to nature differs a little bit from technosphere flows. There is no

necessity for defining the location or the “infrastructure” field. Emissions are distinguished according to the compartments (air, water, soil) and sub compartments (e.g. river, groundwater).

Finally, the technosphere output or reference flow of the process is defined as 1 kg potatoes from integrated production in Switzerland. This is not shown for all datasets as it is always equal to “1”.

This inventory table also provides information on the uncertainty of the recorded amount of the flows. In this case, the uncertainty type 1 (column M) stands for a lognormal distribution. The standard deviation in column N records the square value for the 95% geometric standard deviation. The mean value multiplied or divided by the 95% squared geometric standard deviation gives the 97% maximum or the 2.5% minimum value, respectively.

The general comment in column R provides information about the estimation or calculation of each flow. In this example, the amounts of fertilizer are based on statistical data while different air emissions have been calculated with models.

Quite often, a simplified approach has been used for the estimation of uncertainties. The pedigree matrix in the field “general comment” provides the background information about this approach. Here different sources of uncertainty (Reliability, Completeness, Temporal correlation, Geographical correlation, Further technological correlation, Sample size) are estimated with scores between 1 and 5. The higher the single scores the higher is the estimated uncertainty. This means for the example (4,4,1,1,1,5) i.e. that reliability and completeness are rather poor while temporal, geographical and technological correlations of the used data source are good. This assessment of the sources of information is used to calculate the standard deviation in column N. For detailed information, please refer to Frischknecht *et al.* (2004b).

Tab. 9.1 Example of unit process raw data of the production of 1kg potatoes in Switzerland with integrated production technology (excerpt from Nemecek *et al.* 2004)

	B	F	G	J	K	L	M	N	R	
	Explanations	Name	Location	infrastructure	Process	Unit	potatoes IP, at farm	uncertaintyType	StandardDeviation95%	GeneralComment
3							CH			
4		Location					0			
5		Infrastructure								
6		Process					kg			
7	Technosphere	ammonium nitrate, as N, at regional storehouse	RER	0		kg	4.35E-4	1	1.07	(2,1,1,1,1,na) statistical data
17		[sulfonyl]urea-compounds, at regional storehouse	CH	0		kg	2.69E-7	1	1.13	(2,2,3,1,1,na) statistical data
23		potato seed IP, at regional storehouse	CH	0		kg	6.78E-2	1	1.07	(2,1,1,1,1,na) statistical data
25		fertilising, by broadcaster	CH	0		ha	8.08E-5	1	1.07	(2,1,1,1,1,na) statistical data
26		harvesting, by complete harvester, potatoes	CH	0		ha	2.69E-5	1	1.07	(2,1,1,1,1,na) statistical data
40		transport, lorry 28t	CH	0		tkm	1.57E-3	1	2.71	(4,5,na,na,na,na) standard assumption
49	resource, in air	Carbon dioxide, in air				kg	3.42E-1	1	1.07	(2,2,1,1,1,na) calculation
50	resource, biotic	Energy, gross calorific value, in biomass				MJ	3.87E+0	1	1.07	(2,2,1,1,1,na) measurement
51	resource, land	Occupation, arable, non-irrigated				m2a	1.27E-1	1	1.77	(2,1,1,1,1,na) statistical data
52		Transformation, from arable, non-irrigated				m2	2.69E-1	1	2.67	(2,1,1,1,1,na) statistical data
53		Transformation, to arable, non-irrigated				m2	2.69E-1	1	2.67	(2,1,1,1,1,na) statistical data
54	air, low population density	Ammonia				kg	4.36E-4	1	1.30	(2,2,1,1,1,na) modell calculation
55		Dinitrogen monoxide				kg	1.29E-4	1	1.61	(2,2,1,1,1,na) modell calculation
57	soil, agricultural	Cadmium				kg	2.62E-8	1	1.77	(2,2,1,1,1,na) modell calculation
58		Chlorothalonil				kg	8.83E-5	1	1.32	(2,2,1,1,1,na) modell calculation
71	water, ground-	Nitrate				kg	9.36E-3	1	1.77	(2,2,1,1,1,na) modell calculation
72		Phosphate				kg	3.06E-6	1	1.77	(2,2,1,1,1,na) modell calculation
73	water, river	Phosphate				kg	1.06E-5	1	1.77	(2,2,1,1,1,na) modell calculation
75	Outputs	potatoes IP, at farm	CH	0		kg	1.00E+0			

9.3 Agricultural plant production

The data used in this report was mainly collected from the internet. Information from scientific publications was used if available.

9.3.1 Chickpeas

Popular types of chickpeas are Kabuli, Desi, and Gulabi. Whereas Desi chickpeas are mainly cultivated in India, the Kabuli type is primarily cultivated in the Mediterranean region, in India, and in Central and South America (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2014b). FAO statistics division (2015) for chickpeas cultivation in 2013 are listed in Tab. 9.2.

Tab. 9.2 Chickpeas production by country in 2013 (FAO Statistics Division 2015)

	Country	Production 2013 (t/y)	Comment
	World (total)	13'102'023.00	
1	India	8'832'500.00	
2	Australia	813.30	
3	Pakistan	751.00	
4	Turkey	506.00	
5	Myanmar	490.00	Estimation
6	Iran	295.00	Estimation
7	Ethiopia	249.47	
8	Mexico	209.94	
9	Canada	169.40	
10	USA	157.35	

According to the table above India is by far the biggest chickpeas producer. This is in line with Gaur et. al (2010) who state that 64 Percent of global chickpeas production takes place in India. However, sample chickpeas products available at Swiss retailers contain chickpeas from different regions. The Tab. 9.3 gives information for two conventional chickpeas products available at Swiss retailers, complemented with their country of provenance and processing or packaging. Data is based on packaging and online product information^{25,26}.

For this study chickpeas produced in North America are investigated, because literature data are available for the farming and the following example products from this region were found.

Tab. 9.3 Product examples of conventional chickpeas available in Switzerland (own survey)

Product	Provenance	Processing
M Classic Kichererbsen (Dose, 400g, Abtropfgewicht 250g)	Turkey / USA	Produced in Italy
M Classic Kichererbsen (Plastik, getrocknet, 500g)	USA/Canada	Packaged in Switzerland

The key figures for chickpeas cultivation in North America are shown in Tab. 9.4. In most cases an average of available data has been used. For the estimation of chickpeas yield in North America an average value, based on statistics for Canada and USA, is used. FAO Statistics Division (2015) lists yield in Canada with 2.35 t/ha in 2013 and 1.29 t/ha in 2007. For the USA, the same data source notes 1.82 t/ha in 2013 and 1.34 t/ha in 2007.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2014) note that the nutrition value of mature and fresh chickpeas is 11.22 MJ/kg. According to Yadav et al. (2007) the nutrition value is 16.5 MJ/kg. The first mentioned data source is used because its publication date is more up to date.

²⁵ <https://produkte.migros.ch/m-classic-kichererbsen-153133000000>; retrieved in August 2015

²⁶ <https://produkte.migros.ch/m-classic-kichererbsen>; retrieved in August 2015

The seeding rate is set to 150 kg/ha. This value comes from Goodwin (2008) and is an average value, as this value depends on the seed type. The same source states that seeding rates range from 90 -105 kg/ha for Desi types to 135-210 kg/ha for Kabuli types.

Pesticide usage in chick pea cultivation is calculated with energy input data from Smith et al. (2008) concerning herbicides. As the data source lists the energy input for herbicide use in MJ, that value has been converted into kg according Jungbluth et al. (2015).

Information about fertilizer usage, also derived from an energy input calculation by Smith et al. (2008), has not been included in this study. The respective substances are not specified and the unit used (MJ) cannot be transferred to another unit without a relevant loss of accuracy. All values not included in this study are highlighted with a red background color.

Additional information providing recommendations for chickpeas cultivation in Germany by Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2014) has not been included in this study, as it does not correspond to the reference regions nor reflects real data from farming. However, its values may be used for comparison and therefore are added to Tab. 9.4. Remarkable differences are seen in terms of the usage of fertilizer.

Tab. 9.4 Key figures for cultivation of chickpeas in North America (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft 2014b; FAO Statistics Division 2015; Goodwin 2008; Huntrods 2013; Margheim et al. 2004; Ministry of Agriculture 2015; Molenhuis & Hall 2014; Saskatchewan Pulse Growers 2011a; Smith et al. 2008). Assumption for this study on the right side in bold.

Agricultural Cultivation		Unit	Chickpeas, at farm	Chickpeas, at farm	Chickpeas, at farm	Chickpeas, at farm	Chickpeas, at farm	Chickpeas, at farm	Chickpeas, at farm	Chickpeas, at farm	Chickpeas, at farm	Chickpeas, at farm	Chickpeas, at farm
Country			GLO	AU	DE	US	CA	CA	US	CA	CA	US/CA	RNA
Reference			ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha
Yield		kg	967.60	1'417.90						1'464.30		2'085.00	1'774.65
Cultivation period		% / a						32.88		31.74			32.88
Nutrition value		MJ / kg			11.22								11.22
Dry mass	At time of harvest	%			82.70			82.00					82.00
Seed requirement		kg			110.00					131.28	150.00		140.64
Diesel		kg					55.69			45.65			50.67
Water		m3			-				0				0
N	Nitrogen (Stickstoff)	kg			-	8.51				6.81			7.66
K2O	Potassium Oxide (Kaliumoxid)	kg											
P	Phosphor					22.00				22.70			22.35
P2O5	Phosphorus pentoxide	kg			70.00	50.00				51.59			50.80
S	Sulphur (Schwefel)	kg			30.00	8.35				0			4.18
Unspecified Pesticides	unspecified total	kg					2.86						2.86
Herbicide	unspecified total	CHF								106.86			
Fungicide	unspecified total	kg											
Insecticides	unspecified total	kg								0			
Literature Source			FAOstat-2015-online	FAOstat-2015-online	Bayerische Landesanstalt für LW 2014	Margheim et al. 2004	Smith et al. 2008	Saskatchewan Pulse Growers 2011	Huntrods 2013	Saskatchewan Ministry of Agriculture 2015	Goodwin 2008	FAO Statistics Division 2015	This study

9.3.2 Lentils

The sample product chosen for this study is “Linsen braun, 500g, M-Classic”²⁷, available at Swiss retailer Migros. According packaging information, Turkey is the origin of the product. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2014) notes that lentils sold at grocery stores (in Germany) mostly come from France, Turkey and the USA. No specific data for lentil cultivation in Turkey has been found. Information from other countries in Asia is available though.

Data for lentil cultivation are mainly based on two energy use efficiency analyses of pulses production systems in Iran (Koocheki et al. 2011, Moraditochae et al. 2014). They are complemented by a report covering lentil production in India (Ahlawat 2015). India is the largest producer of pulses in the world, while lentils make up to 9 percent of total pulse production in India (Laxmipathi Gowda et al. 2013). In reference to the study area of the included data sources, and Turkey as origin country of the sample product - partly - being part of that region, Asia and the Pacific (RAS) was chosen as the reference region for this estimation.

The used data sources referring to lentils cultivation in Iran and India show similar values regarding the average yield and cultivation period. Yield data ranges from 590 kg in Iran (Moraditochae et al. 2014) to 759 kg in India (Ahlawat 2015), resulting in an average yield value of 682 kg. The global average yield of 1225 kg, estimated in Muehlbauer & Tullu (1997), is almost the double. As this source does not correspond to the chosen reference region RAS, this value is not included in this study's estimation and therefore marked with a red background color. Further yield data outside the reference region is available from Germany and Canada. Organic lentils (type alb-leisa) yield varies between 200 and 1000 kg/ha in Germany. And Sask Pulse Growers state that yield is about 1380 kg/ha in Saskatchewan. Whereas yield data from Germany is similar to data from RAS, yield in North America may be much higher.

Not included and marked in red are figures referring to machinery hours. They have become redundant by the enclosure of diesel usage in the data inventory.

The cultivation period data in Muehlbauer & Tullu (1997), stating a period of 3 months, is not included in this study's assumption cause of the same reason (and also marked with a red background color). It is considerably lower than the values stated for production in Iran and India, both estimating a cultivation data of 5 months (Koocheki et al. 2011, Ahlawat 2015).

In terms of seed requirement and water usage, considerable differences have been noted between data from Iran and India. Seed requirement in Iran (60-70 kg/ha) is assumed almost double as high as in India 35 kg/ha. This difference may be caused by different types of lentils cultivated and both values are integrated in an average value for RAS. Whereas 2600 m³/ha water usage is stated for lentils production in Iran (Koocheki et al. 2011), Ahlawat (2015) states that the crop is mostly grown in rain fed areas in India. The same author does not include any usage of fertilizer or pesticides for lentils cultivation in India. Corresponding to the chosen reference region in this study, RAS, an average value of all sources has been calculated.

²⁷<https://produkte.migros.ch/m-classic-linsen>; retrieved in September 2015

Tab. 9.5 Key figures for cultivation of lentils (Koocheki et al. 2011; Moraditochae et al. 2014; Muehlbauer & Tullu 1997; Ahlawat 2015)

Agricultural Cultivation		Unit	Lentils, at farm	Lentils, at farm	Lentils, at farm	Lentils, at farm	Lentils, at farm
Country			IR	IR	GLO	IN	RAS
Reference			ha	ha	ha	ha	ha
Yield		kg	696.60	590.00	1225.00	676.00	654.2
Cultivation period		% / a	41.67		26.03	39.73	40.7
Nutrition value		MJ / kg	14.70				14.7
Dry mass	At time of harvest	%			88.00		83.0
Seed requirement		kg	60.00	75.00		35.00	56.7
Diesel		kg	56.81	92.13			74.5
Machinery Hours		h	20.15	13.00			16.6
Water		m3	2600.00			0	1300.0
N	Nitrogen (Stickstoff)	kg	23.00	43.00		0	22.0
K2O	Potassium Oxide (Kaliumoxid)	kg	25.00	10.00		0	11.7
CaCO3	Lime (Kalk)	kg				0	0
P2O5	Phosphorus pentoxide	kg	46.00	12.00		0	19.3
Pesticide	unspecified total	kg	2.00			0	1.0
Literature Source			Koocheki et al. 2011; p.6	Moraditochae et al. 2014; p.5-8	Muehlbauer & Tullu 1997; p.4	Ahlawat 2015; p.5	This study

9.3.3 Summary of unit process raw data

Tab. 9.6 Unit process raw data of the plant cultivation

	Name	Location	Infrastructure	Process	Unit	chickpeas, at farm	lentils, at farm	Uncertainty	Type	Standard Deviation	95%	General Comment
	Location					RNA	RAS					
	Infrastructure	Process				0	0					
	Unit					kg	kg					
land use	Occupation, arable, non-irrigated, diverse-intensive	-	-		m2a	2.47E+0	8.29E+0	1	1.13			(2,2,1,1,1,3); calculation from percentage of land occupation, 9 month vegetation, reference size and harvested yield (Produktionskosten Gemüse 2009)
	Transformation, from arable, non-irrigated, diverse-intensive	-	-		m2	1.75E+0	5.89E+0	1	1.22			(2,2,1,1,1,3); standard assumption 71%
	Transformation, from pasture and meadow	-	-		m2	7.16E-1	2.41E+0	1	1.22			(2,2,1,1,1,3); standard assumption 29%
	Transformation, to arable, non-irrigated, diverse-intensive	-	-		m2	2.47E+0	8.29E+0	1	1.22			(2,2,1,1,1,3); calculation from percentage of land occupation, reference size and harvested yield (Produktionskosten Gemüse 2009)
	Water, embodied in product, US	-	-		kg	1.80E-1	0	1	1.30			(4,5,na,na,na,na); estimation calculated with energy content
water	Water, unspecified natural origin, Asia without OAPEC	-	-		m3		1.99E+0	1	1.09			(2,2,1,1,1,3); water for irrigation and processing
	Water, embodied in product, Asia without OAPEC	-	-		kg		1.18E-1	1	1.30			(4,5,na,na,na,na); estimation calculated with energy content
	Water, Asia without OAPEC	-	-		kg		1.99E+3	1	1.62			(4,5,na,na,na,na); Calculation blue water balance
Emissions	Carbon dioxide, in air	-	-		kg	9.94E-1	1.30E+0	1	1.22			(2,2,4,1,1,3); calculated from energy content
	Energy, gross calorific value, in biomass	-	-		MJ	1.12E+1	1.47E+1	1	1.22			(2,2,4,1,1,3); from http://www.umrechnung.org/kalorien-lebensmittel-pro-tag-berechnen/berechnung-kalorien-tabelle-gemuese.htm
	Dinitrogen monoxide	-	-		kg	4.4E-5	1.2E-4	1	1.51			(2,2,1,1,1,3); IPCC (2006) model for direct and indirect N2O emissions Vol. 4 chap.11
	Phosphate	-	-		kg	1.32E-4	4.45E-4	1	1.51			(2,2,1,1,1,3); ecoinvent model for P run-off to surface waters
	Phosphorus	-	-		kg	1.14E-6	3.82E-6	1	1.51			(2,2,1,1,1,3); ecoinvent model for P Emission through erosion by water to surface waters
	Phosphate	-	-		kg	5.30E-5	1.78E-4	1	1.51			(2,2,1,1,1,3); ecoinvent model for P leaching to ground water
	use, N-fertiliser	CH	0		kg	4.32E-3	3.36E-2	1	1.09			(2,2,1,1,1,3); calculated from Produktionskosten Gemüse 2009 and factsheets fertilizers
	use, P2O5-fertiliser	CH	0		kg	2.86E-2	2.96E-2	1	1.09			(2,2,1,1,1,3); calculated from Produktionskosten Gemüse 2009 and factsheets fertilizers
	use, K2O-fertiliser	CH	0		kg	0	1.78E-2	1	1.09			(2,2,1,1,1,3); calculated from Produktionskosten Gemüse 2009 and factsheets fertilizers
	use, S-fertiliser	CH	0		kg	2.35E-3	0	1	1.22			(4,2,1,1,1,3); use of sulfur as fertilizer
	pesticide unspecified, at regional storehouse	CH	0		kg	0	1.15E-3	1	1.22			(4,2,1,1,1,3); amount=sum of all specified pesticides applied
	use, pesticides	CH	0		kg	1.61E-3	1.53E-3	1	1.22			(4,2,1,1,1,3); calculated from Produktionskosten Gemüse 2009 pesticide input not known in detail
	pea seed IP, at regional storehouse	CH	0		kg	7.92E-2	8.66E-2	1	1.25			(3,3,2,1,3,3); calculated from Produktionskosten Gemüse 2009
	irrigating, excl. water	CH	0		ha	0	1.66E-3	1	1.09			(2,2,1,1,1,3); irrigation with 1200m3/ha
	diesel, used by tractor	RER	0		kg	2.86E-2	1.14E-1	1	1.09			(2,2,1,1,1,3); Produktionskosten Gemüse 2009 machinery hours
	Fungicides, unspecified	-	-		kg		3.82E-4	1	1.51			(1,2,1,1,1,3); Produktionskosten Gemüse 2009 pesticide input
	Herbicides, unspecified	-	-		kg		7.64E-4	1	1.51			(1,2,1,1,1,3); Produktionskosten Gemüse 2009 pesticide input

Tab. 9.7 MetaInformation for unit process raw data referring to the agricultural production

Name	chickpeas, at farm	lentils, at farm
Location	RNA	RAS
InfrastructureProcess	0	0
Unit	kg	kg
Type	1	1
Version	1.0	1.0
energyValues	0	0
LanguageCode	en	en
LocalLanguageCode	de	de
Person	51	51
QualityNetwork	1	1
DataSetRelatesToProduct	1	1
IncludedProcesses	Fertilizers use, machinery, emissions of pesticides, model for specific agricultural emissions, blue water balance, land occupation and transformation. No heavy metal uptake of plants included.	Fertilizers use, machinery, emissions of pesticides, model for specific agricultural emissions, blue water balance, land occupation and transformation. No heavy metal uptake of plants included.
Amount	1	1
LocalName	Kichererbsen, ab Hof	Linsen, ab Hof
Synonyms	garbanzo	
GeneralComment	Dataset refers to chickpeas from conventional farming.	Dataset refers to lentils from conventional farming.
InfrastructureIncluded	1	1
Category	agricultural production	agricultural production
SubCategory	vegetable production	plant production
LocalCategory	Landwirtschaftliche Produktion	Landwirtschaftliche Produktion
LocalSubCategory	Gemüseanbau	Pflanzenbau
Formula		
StatisticalClassification		
CASNumber		
StartDate	2003	1997
EndDate	2015	2015
DataValidForEntirePeriod	1	1
OtherPeriodText		
Text	Data for USA and Canada	Data for Iran, India
Text	Conventional Farming without irrigation	Conventional Farming
Percent	0	0
ProductionVolume	unknown	unknown
SamplingProcedure	Publications	Publications
Extrapolations	none	Data source from Iran and India
UncertaintyAdjustments	none	none
Person	51	51
DataPublishedIn	2	2
ReferenceToPublishedSource	23	25
Copyright	1	1
AccessRestrictedTo	0	0
CompanyCode		
CountryCode		
PageNumbers		
Validator	41	41
Details	19.08.2015	19.08.2015

9.4 Food processing

The life cycle inventory for the processing includes the following stages:

- Production and transports of agricultural raw products to processing plant
- Production and transports of auxiliary materials
- Ratio between agricultural product and final product
- Energy and electricity uses
- Water use and effluent treatment
- Packaging materials including its later disposal by the household

9.4.1 Canning of chickpeas

The environmental impact of the canning process is estimated with data from Barbosa da Silva et al. (2005). This report for the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) provides a number of technical coefficients for raw materials, packaging, energy, water and other resources for the operation of a food processing factory. The data refers to the canning process of peas and the net weight. The available data has been used to assess the example product available in Switzerland, “M Classic Kichererbsen, in Dose (400g, 250g Abtropfgewicht)”²⁸. Information on the product packaging has been added to the dataset. The respective figures are shown in Tab. 9.8.

²⁸ <https://produkte.migros.ch/m-classic-kichererbsen-153133000000>; retrieved in August 2015

Tab. 9.8 Unit process raw data for chickpeas canning (Barbosa da Silva et al. 2005; USA DRY PEA & LENTIL COUNCIL 2014)

	Name	Location	Infrastructure	Unit	chickpeas, canned, at plant	Uncertainty type	StandardDeviation95%	GeneralComment
	Location				RER			
	InfrastructureProcess				0			
	Unit				kg			
Foodinputs	chickpeas, at farm	RNA	0	kg	5.05E-1	1	1.22	(4,3,1,1,1,BU:1.05); Input of peas according to literature; Barbosa da Silva et al. 2005, p16
	sodium chloride, powder, at plant	RER	0	kg	1.01E-2	1	1.22	(4,3,1,1,1,BU:1.05); Estimated from package information; http://www.coopathome.ch/supermarkt/alle-bio-produkte/grundnahrungsmittel/naturaplan-bio-erbsen-fein/C18010/P3347617-SUPERMKT/de
	sugar, from sugar beet, at sugar refinery	CH	0	kg	1.22E-2	1	1.22	(4,3,1,1,1,BU:1.05); Estimated from package information; http://www.coopathome.ch/supermarkt/alle-bio-produkte/grundnahrungsmittel/naturaplan-bio-erbsen-fein/C18010/P3347617-SUPERMKT/de
Packaging	use, can 0.5 l, inclusive lid	CH	-	kg	1.96E-1	1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Process refers to Production and disposal of 0.5l cans ; Own measurement for 400g can with 250 g peas net weight
energy	blanching, vegetables	CH	-	kg	1.00E+0	1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); ; Standard assumption
	sterilisation	CH	-	kg	1.00E+0	1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); ; Standard assumption
	tap water, unspecified natural origin RER, at user	RER	-	kg	1.10E+0	1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Tap water used for the upwelling of the chickpeas; Data from Barbosa et al. not included.;
	origin, non-European	CH	-	kg	5.05E-1	1	1.30	(4,5,na,na,na,BU:1.05); Transports; Standard assumptions
	origin, European	CH	-	kg	2.23E-2	1	1.30	(4,5,na,na,na,BU:1.05); Transports; Standard assumptions
disposal	disposal, food waste, average	RER	-	kg	5.35E-3	1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Food wastes in the supply chain;
	treatment, sewage, to wastewater treatment, class 3	CH	-	m3	0	1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Waste water treatment;
water resources	Water, embodied in product, Europe	-	-	kg	1.10E+0	1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Water embodied in end product including water solution in can not part of net weight.; Product package info; M-Classic Kichererbsen, in Dose
	Water, embodied in product, CH	-	-	kg	0	1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Water solution in can not part of net weight.; http://www.coopathome.ch/supermarkt/alle-bio-produkte/grundnahrungsmittel/naturaplan-bio-erbsen-fein/C18010/P3347617-SUPERMKT/de

9.4.2 Drying of chickpeas and lentils

The inventory for chickpeas is calculated with a dry mass content of 82% at time of harvest. Seed then should best be stored at dry mass level of 86% (Saskatchewan Pulse Growers 2011a).

Lentils are ideally combined at 83% dry mass level and drying to 86% dry mass can be accomplished (Saskatchewan Pulse Growers 2011b).

Gaur et al. (2010) state that after harvest, chickpeas can be dried in the sun for a few days to ensure that seeds get dried well. However, that source refers to India and not to enclose any electricity usage in the drying process may only be valid for that cultivation area. For chickpeas drying in North America, it is appropriate to enclose the electricity consumption of an air flow drier. Saskatchewan Pulse Growers (2000) state an energy consumption of 20 to 80 kWh/t of lentil grain dried. Thus 50 kWh electricity/t of chickpeas is estimated in the inventory.

For the lentil drying process in India, no electricity usage for drying is assumed (sun dried, Gaur et al. 2010).

9.4.3 Dehulling of sunflower seeds

With regard to the fact that no energy consumption is needed for drying of a similar seed such as buckwheat (Wilcke 2015), no energy consumption for sunflower seed drying is assumed. No respective information for drying of sunflower seeds was found. In addition, as no real drying process is noticed, dry mass is assumed to stay equal.

Energy consumption for dehulling is estimated with the technical parameter data of a sunflower seed hulling and machine²⁹. About 1.67 kg of hulled sunflower seeds are needed for the production of 1 kg unhulled confectionary sunflower seeds (OECD 2007).

9.4.4 Production of falafel

The data on the ingredients for the falafel production is based on packaging information of a sample product (Cornatur Falafel auf Basis von Kichererbsen, 180g)³⁰ and on an online recipe³¹. It is therefore assumed that the chickpeas account for 75% of the falafel mass whereas the water embodied in the chickpeas account for half of their weight after upwelling. The remaining 25% of the falafel mass are composed of salt, onions, garlic, coriander, chives, rape oil and baking powder, whereas their mass composition is estimated from the above mentioned falafel recipe. The data for the packaging materials is based on own measurements.

²⁹ http://www.buhlergroup.com/global/de/downloads/LAY_Broschuere_Sunflower_Impact_De huller_161014.pdf; retrieved in August 2015

³⁰ <https://www.leshop.ch/leshop/Main.do/direct/de/Search/falafel/>; retrieved in June 2015

³¹ <http://www.wildeisen.ch/rezepte/falafel>; retrieved in June 2015

Tab. 9.9 Unit process raw data for drying and de-hulling

	Name	Location	Infrastructure	Unit	chickpeas, dried, at plant	sunflower seeds IP, dehulled, at plant	lentils, at plant	soybeans IP, at plant	white mushrooms, at plant	UncertaintyT vpe	StandardDe viation95%	GeneralComment
	Location				RNA	CH	RAS	CH	CH			
	InfrastructureProcess				0	0	0	0	0			
	Unit				kg	kg	kg	kg	kg			
food inputs	chickpeas, at farm	RNA	0	kg	1.05E+0					1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Own estimation; None
	chickpeas, at farm	IN	0	kg						1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Own estimation; None
	lentils, at farm	RAS	0	kg			1.05E+0			1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Own estimation; None
	soy beans IP, at farm	CH	0	kg				1.0101E+0		1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Own estimation; None
	buckwheat, at farm	GLO	0	kg						1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); According to Literature before dehulling; Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum
	white mushrooms, at farm	CH	0	kg					1.05E+0	1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Own estimation; None
packaging	sunflower IP, at farm	CH	0	kg		1.68E+0				1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Input sunflower grains with hull; OECD
	use, HDPE-foil	CH	-	kg	1.00E-2	1.00E-2	1.00E-2	1.00E-2		1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Production and disposal of HDPE-foil. A weight of 5g was measured for 500g dry chickpeas; Own
	use, paper bag	CH	-	kg					1.00E-2	1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Rough estimation; Own measurement.
	use, cardboard box, deep print	CH	-	kg	0					1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Own measurement; Own
	use, polypropylene-foil	CH	-	kg	0					1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Own measurement; Own
energy	electricity, low voltage, at grid	CH	-	kWh		4.28E-3				1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Electricity (dehulling); http://www.buhlergroup.com/global/de/downloads/LAY_Broschuere_Sunflower_Impact_DeHuller_161014.pdf
energy	electricity, low voltage, at grid	US	-	kWh	5.00E-2					1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Electricity (drying); Saskatchewan Pulse Growers (2000)
	electricity, low voltage, production ENTSO, at grid	ENTSO	-	kWh	0		0	0	0	1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Electricity (dehulling); http://www.shellingmachine.com/product/cracking-shelling-machine/buckwheat-hulling-machine.html
water	tap water, unspecified natural origin CH, at user	CH	-	kg						1	1.24	(4,4,1,1,1,BU:1.05); Tap water used for processing; None
transport & distr.	origin, non-European	CH	-	kg	0					1	1.30	(4,5,na,na,na,BU:1.05); Transports from farm to factory; Standard assumption
	origin, European	CH	-	kg						1	1.30	(4,5,na,na,na,BU:1.05); Transports from farm to factory; Standard assumption
	origin, Switzerland	CH	-	kg	1.05E+0	1.68E+0	1.05E+0	1.01E+0	1.05E+0	1	1.30	(4,5,na,na,na,BU:1.05); Transports from farm to factory; Standard assumption
disposal	disposal, food waste, average	RER	-	kg	1.05E-2	1.68E-2	1.05E-2	1.01E-2	5.26E-2	1	1.30	(4,5,na,na,na,BU:1.05); Food wastes in the supply chain;
	treatment, sewage, to wastewater treatment, class 3	CH	-	m3	0					1	1.22	(4,3,1,1,1,BU:1.05); Waste water treatment;
water resources	Water, embodied in product, Europe	-	-	kg	0		0	0		1	1.22	(4,3,1,1,1,BU:1.05); Water embodied in end product;
	Water, embodied in product, CH	-	-	kg						1	1.22	(4,3,1,1,1,BU:1.05); Water embodied in end product;

9.4.5 Production of soy vegetarian mince

The ingredients of soy vegetarian mince in Tab. 9.11 are estimated according to the packaging information of a sample product (Délicorn Gehacktes, 230g)³². Soybean protein concentrate is produced from soybean meal (Ethiopian Embassy 2012; Jungbluth et al. 2016; Truth Economic Consultancy n.d.) and is accounting for 27% of total product mass, before extrusion. Based on packaging information and producer information, the remaining mass is assumed to consist of water (67%) and other ingredients as such as sodium chloride, sugar, barley malt, spices.

Energy usage and water consumption for the final compilation of the soy vegetarian mince is estimated in Tab. 9.11 according to producer information. No literature data has been found even after extensive research. Packaging material is set according to weight measurement of the sample product.

9.4.6 Production of mycoprotein and quorn mince

In order to assess the life cycle inventory of quorn in Tab. 9.11, the input material mycoprotein is considered first. Published data is available in Finnigan (2010), an LCA report listing primary data of Quorn factory in Great Britain. Older assumptions are available from Blonk (2008) and Raats (2007). In a subsequent process step, mycoprotein is combined with dried egg white (albumen) to reach the desired material structure of quorn.

Carbon footprint data certified by the Carbon Trust have been published in 2015 (Quorn 2015). But, the underlying assumptions and life cycle inventories are not published because of confidentiality. Therefore the producer has been contacted directly to get further information about the actual environmental impacts and the changes in underlying data between 2010 and 2015.³³ The information shown in Tab. 9.10 has been discussed with Quorn Foods and own estimations have been taken in order to make a life cycle inventory for the production.

Some background data used in our study (e.g. wheat and eggs) have been investigated for Switzerland. According to information provided by Quorn Foods, also results for these inputs differ considerable from assumptions used by Carbon Trust taken for production of these products in Great Britain. But, details for these assumptions were not available.

Further assumptions have been included in the inventory e.g. on food waste and packages. This explains that not exactly the same results are found if evaluating the data modelled for this study and comparing them with the results published by the Carbon Trust.

The example product is QuornTM Gehacktes (230g)³⁴ sold by Migros. As quorn is only produced in Great Britain (GB), the respective geographical reference region is set to GB.

³² <http://www.coopathome.ch/supermarkt/fisch-vegetarisch/vegetarisch/d%C3%A9licorn-gehacktes/C1404/P4245012-SUPERMKT/de>; retrieved in August 2015

³³ Personal communication with Claire Abbott (Head of R&D Programme Management) and Louise Needham (Sustainability Manager), Information by Quorn Foods Ltd. in August 2015.

³⁴ <https://produkte.migros.ch/cornatur-quorn-gehacktes>

Tab. 9.10 Key assumptions for modelling the production chain of Quorn

	Key assumptions	Finnigan 2010	Quorn 2015 and personal communication	This study
		kg	Kg	kg
Egg albumen	Egg input	100% of egg input = 15 kg eggs per kg egg albumen	270-280 standard eggs	16.5 kg eggs/kg, one egg 60g
Glucose	Glucose from wheat efficiency	1	1	1
	Yield/efficiency improvement		10-15%	
	Electricity use	0.36 kWh		-12.5% (own assumption)
	Heat	11.2 MJ natural gas		-12.5% (own assumption)
	Carbon footprint wheat grains	0.63 kg CO ₂ -eq (Finnigan)	n.a.	0.53 kg CO ₂ -eq (ecoinvent, Swiss production)
	Carbon footprint processing	0.782 kg CO ₂ -eq	0.61 kg CO ₂ -eq	0.72 kg CO ₂ -eq
Mycoprotein	Steam	13 MJ Natural gas	MJ Waste heat from exothermic reaction in a factor nearby.	Modelled with waste heat from waste incineration
	Electricity	1.66 kWh	n.a.	-30% (own assumption)
	Carbon footprint attributable to energy use		46% of mycoprotein total (0.736 kg CO ₂ -eq)	0.8 kg CO ₂ -eq
	Total carbon footprint	2.4 kg CO ₂ -eq	1.6 kg CO ₂ -eq	2.44 kg CO ₂ -eq
Quorn production in GB	Egg protein content, the recipe for quorn mince is the same worldwide	4%	2.5%	2.5%
	Heat	4.69 MJ light fuel oil	n.a.	-70% (own assumption)
	Electricity	0.33 kWh	n.a.	-70%(own assumption)
	Carbon footprint attributable to energy use	0.5 kg CO ₂ -eq	ca. 0.154 kg CO ₂ -eq for this stage (1.5 kg CO ₂ -eq (63% of total in life cycle))	0.18 kg CO ₂ -eq
	Total carbon footprint	6.8 kg CO ₂ -eq	2.4 kg CO ₂ -eq	4.24 kg CO ₂ -eq
Quorn at supermarket			sleeve and packaging are completed in CH	
			Transport by road. Each lorry is fully loaded on the way to Switzerland. Backload of vehicles is entirely in the control of a third party.	50% load
	Total carbon footprint		3.6 kg CO ₂ -eq Quorn Mince (Frozen), global market	4.99 kg CO ₂ -eq, Swiss market

9.4.7 Summary of unit process raw data convenience products

Tab. 9.11 Unit process raw data of production processes for convenience products

	Name	Location	Infrastruct	Unit	falafel, at plant				vegetarian mince, from soybean protein concentrate, at plant		quorn mince, at plant		mycoprotein, at plant		Uncertainty	Standard Deviation	95%	GeneralComment
					CH		CH		GB		GB							
					0		0		0		0							
					kg		kg		kg		kg							
food inputs	chickpeas, at farm	RNA	0	kg	3.79E-1		0		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Packaging information, assumption 50% water content, 75% of falafel from chickpeas which are swelled up. Dry chickpeas at farm weigh only half as much as swelled chickpeas.; www.coopathome.ch/#/search/?areaid=workarea&requestserial=4315&query=pfeffer&searchCategory=COOPATHOME	
	sodium chloride, powder, at plant	RER	0	kg	4.72E-3		1.61E-2		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Recipe; www.wildeisen.ch/rezepte/falafel	
	onions, IP, at farm	CH	0	kg	1.34E-1		0		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Onions; http://www.wildeisen.ch/rezepte/falafel	
	onions, IP, at farm	CH	0	kg	2.07E-2		0		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); 2 Gloves of garlic for 300 Falafel. It is thus assumed that 2 gloves refer to a fifth of a whole garlic bunch.; http://www.wildeisen.ch/rezepte/falafel	
	parsley, IP, at farm	CH	0	kg	9.89E-3		0		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Coriander, 0.5 Bund, 20g pro Bund Petersilie; http://www.wildeisen.ch/rezepte/falafel	
	chives, dried, IP, at plant	CH	0	kg	9.45E-4		0		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); 0.5 TL Kreuzkümmel for 300g Falafel; http://www.wildeisen.ch/rezepte/falafel	
	rape oil, at regional storage	CH	0	kg	4.75E-2		0		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Rape oil; http://www.wildeisen.ch/rezepte/falafel	
	white rice, from USA, at regional storage	CH	0	kg	4.90E-2		0		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Baking flour used as rice flour and baking powder for falafel production; http://www.wildeisen.ch/rezepte/falafel	
	soyextrudate, at plant	RER	-	kg			9.09E-1		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Own estimateion; Producer information	
	egg protein, dried, at plant	CH	-	kg			0		2.51E-2					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); ; Blonk 2008	
	mycoprotein, at plant	GB	-	kg			0		9.45E-1					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); ; Migros	
	barley malt, at brewery	CH	-	kg			5.21E-2		1.56E-2					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); ; Finnigan 2014	
	sugar, from sugar beet, at sugar refinery	CH	-	kg			1.04E-2		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Own estimateion; Delicorn Gehacktes	
	spices, at plant	CH	-	kg			1.51E-2		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Own estimateion; Delicorn Gehacktes	
	barley malt, at brewery	CH	-	kg			1.04E-2		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Own estimateion; Delicorn Gehacktes	
Chemicals	glucose, from wheat, at plant	CH	-	kg			0		2.02E-2			1.01E+0		1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); ; Finnigan 2014	
	sodium hydroxide, 50% in H2O, production mix, at plant	RER	-	kg			0		0			3.00E-2		1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); NaOH; Finnigan 2014	
	ammonia, liquid, at regional storehouse	CH	-	kg			0		0			4.35E-2		1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Nitrogen; Raats 2007; Finnigan 2014	
packaging	use, HDPE-foil	CH	-	kg	2.00E-2		0		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Production and disposal of HDPE-foil. A weight of 10g was measured for 300g falafel.; Own measurement.	
	use, cardboard box, deep print	CH	-	kg	8.89E-2		8.00E-2		6.96E-2					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Own measurement; Own measurement	
energy	use, polypropylene-foil	CH	-	kg	8.89E-2		8.00E-2		6.96E-2					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Own measurement; Own measurement	
	natural gas, burned in industrial furnace >100kW	RER	-	MJ	1.80E+0		0		0			0		1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Natural gas; Finnigan 2014 and Faist 2000, Appendix 6, P 18, meat balls fried	
	light fuel oil, burned in industrial furnace 1MW, non-modulating	RER	-	MJ			5.40E-1		1.41E+0			0		1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Burning oil; Finnigan 2014	
	heat from waste, at municipal waste incineration plant	CH	-	MJ			0		0			1.32E+1		1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Burning oil; Finnigan 2014	
	deep freezing	RER	-	kg			1.00E+0		1.00E+0					1	1.32		(4,4,1,1,3.BU:1.05); Own assumption for transport to Switzerland; Quorn Gehacktes Migros	
	electricity, low voltage, at grid	CH	-	kWh	8.89E-1		1.00E-1		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); ; Raats 2007; Finnigan 2014; Faist 2000, Appendix 6, P 18, meat balls fried	
	electricity, low voltage, at grid	GB	-	kWh			0		9.97E-2			1.17E+0		1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Electricity; Raats 2007; Finnigan 2014	
tap water	tap water, unspecified natural origin GB, at user	GB	-	kg			0		1.36E+1			4.42E+1		1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Tap water used for processing; FAO 2005, Page 5-7;15-22; Finnigan 2014	
	tap water, unspecified natural origin RER, at user	RER	-	kg			0		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Tap water used for processing;	
	tap water, unspecified natural origin CH, at user	CH	-	kg			2.00E+0		3.00E-1			0		1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Tap water used for the upwelling of the chickpeas; Own assumption	
transport & distr.	origin, non-European	CH	-	kg	3.79E-1		0							1	1.30		(4,5,na,na,na,BU:1.05); Transports of incoming products; Own assumption	
	origin, European	CH	-	kg			9.09E-1		0					1	1.30		(4,5,na,na,na,BU:1.05); Transports of incoming products; Own assumption	
	origin, Switzerland	CH	-	kg	2.67E-1		1.04E-1		9.75E-1			1.01E+0		1	1.30		(4,5,na,na,na,BU:1.05); Transports of incoming products; Own assumption	
	transport, lorry 20-28t, fleet average	CH	-	tkm			0		2.09E-2			1.84E-1		1	2.06		(4,4,1,1,1.BU:2); ; Finnigan 2014	
distribution	processing and distribution, vegetables, fresh	CH	-	kg	1.66E-1									1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Processing and distribution of chickpeas and sodium chloride;	
disposal	disposal, food waste, average	RER	-	kg	2.07E-2		1.22E-2		5.68E-3			1.01E-2		1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Food wastes in the supply chain;	
	treatment, sewage, to wastewater treatment, class 3	CH	-	m3	1.25E-3		2.85E-4		1.28E-2			4.42E-2		1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Waste water treatment;	
water resources	Water, embodied in product, Europe	-	-	kg	0		0		7.68E-1			0		1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Water embodied in end product.; FAO 2005, Page 5-7;15-22	
	Water, embodied in product, CH	-	-	kg	3.75E-1		6.29E-1		0					1	1.24		(4,4,1,1,1.BU:1.05); Water embodied in end product.; FAO 2005, Page 5-7;15-22	

Tab. 9.12 MetaInformation for unit process raw data referring to processing

Name	chickpeas, canned, at plant	chickpeas, dried, at plant	sunflower seeds IP, dehulled, at plant	falafel, at plant	vegetarian mince, from soybean protein concentrate, at plant	quorn mince, at plant	mycoprotein, at plant	lentils, at plant	soybeans IP, at plant	white mushrooms, at plant
Location	RER	RNA	CH	CH	CH	GB	GB	RAS	CH	CH
InfrastructureProcess	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
IncludedProcesses	Includes the production of farm products, water balance, packaging materials incl. its disposal and transportation, the canning process and the disposal of food losses and waste water.	Includes the production of farm products, water balance, packaging materials incl. its disposal and transportation, the canning process and the disposal of food losses and waste water.	De-hulling of sunflower kernels, including farm products (sunflower grains). Packaging incl. its disposal, disposal of hulls.	Includes the production of farm products, packaging materials incl. its disposal and their transportation, the production of pre-processes falafel and the disposal of food losses and waste water.	This data set includes the material use and energy demand of vegetarian mince, from soybean protein concentrate. Packaging is included. Processing, transports are included for Swiss conditions.	Includes the production of quorn from mycoprotein, egg protein (dried), malt and their transportation. Including packaging incl. its disposal, water and energy usage. Deep freezing for transport to Swiss packaging facility.	Production of mycoprotein paste (from glucose) including input materials, transportation, energy use and packaging incl. its disposal	Production of lentils, including farm products (lentils) and packaging incl. its disposal.	Production of soybeans, including farm products (soybean) and packaging incl. its disposal	Production of white mushrooms, including farm products (mushrooms) and packaging incl. its disposal
Amount	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LocalName	Kichererbsen, in der Dose, ab Werk	Kichererbsen, getrocknet, ab Werk	Sonnenblumenkerne IP, geschält, ab Werk	Falafel, ab Werk	Vegetarisches Gehacktes, aus Sojaproteinkonzentrat, ab Werk	Quorn Gehacktes, ab Werk	Mycoprotein, ab Werk	Linsen, ab Werk	Sojabohnen IP, ab Werk	Champignons, ab Werk
Synonyms	garbanzo	garbanzo	0	0	0	0	Mykoprotein	0	0	0
GeneralComment	Production of 1 kg canned chickpeas in Europe (net weight- Abtropfgewicht) including the production of the cans and the canning process. Transport weight 1.82 kg per kg. The product investigated is M-Classic Kichererbsen, in Dose (400g), sold by Migros.	Production of 1 kg dry chickpeas in Asia. Including its plastic packaging and drying (air flow dryer). The product investigated is M-Classic Kichererbsen, getrocknet (500g), sold by Migros.	Production of 1 kg sunflower kernels, in CH	Production of 1 kg falafel in Switzerland including its plastic and cardboard packaging. The product investigated is Comatur Falafel (180g) sold by Migros.	Production of 1 kg vegetarian mince in CH, based on soy protein.	Production of 1 kg quorn in a factory in GB. The product is deep frozen for transport. The product investigated is Quorn Gehacktes (230g) sold by Migros.	Production of 1 kg mycoprotein in a factory in GB.	Production and packaging of 1 kg lentils, in RAS	Production and packaging of 1 kg soybeans, in CH	Production and packaging of 1 kg mushrooms, in CH
InfrastructureIncluded	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Category	food industry	food industry	food industry	food industry	food industry	food industry	food industry	food industry	food industry	food industry
SubCategory	vegetables	vegetables	processing	ready-made	ready-made	ready-made	processing	processing	processing	processing
LocalCategory	Lebensmittel	Lebensmittel	Lebensmittel	Lebensmittel	Lebensmittel	Lebensmittel	Lebensmittel	Lebensmittel	Lebensmittel	Lebensmittel
LocalSubCategory	Gemüse	Gemüse	Verarbeitung	Verarbeitung	Verarbeitung	Verarbeitung	Verarbeitung	Verarbeitung	Verarbeitung	Verarbeitung
Formula										
StatisticalClassification										
CASNumber										
StartDate	2005	2005	2015	2005	2015	2010	2010	2015	2015	2015
EndDate	2014	2014	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015
DataValidForEntirePeriod	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
OtherPeriodText										
Text	Not specified	Not specified	assumption for CH	assumption for CH	Data from Switzerland (swiss product). Vegetarian mince, from soybean protein concentrate.	GB	GB	Estimation for Asia	assumption for CH	assumption for CH
Text	food conservation	food drying and packaging	food processing	food processing	0	food processing	food processing	food processing	food processing	food processing
Percent	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ProductionVolume	unknown	unknown	not known	unknown	unknown	unknown	not known	not known	not known	not known
SamplingProcedure	Internet	Internet	not known	Internet	literature	Internet	not known	not known	not known	not known
Extrapolations	Data from different countries	Packaging used in CH	none	Recipe for cooking at home	Energy use estimated with data for Quorn	Estimations based on published carbon footprint data	Estimations based on published carbon footprint data	Data from India, Iran	none	none
UncertaintyAdjustments	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none
Person	51	51	51	42	41	51	51	51	51	51
DataPublishedIn	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2
ReferenceToPublishedSource	41	41	46	41	41	46	46	46	46	46
Copyright	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
AccessRestrictedTo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CompanyCode										
CountryCode										
PageNumbers										
Validator	41	41	41	41	51	41	41	41	41	41
Details	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015

9.4.8 Tofu

The Canadian dataset in ecoinvent v3.1 was evaluated for this study and had at least three major errors. The input is organic soy beans, but the dataset was elaborated for a normal production. The price set to soy whey for the allocation is much too high (double as high as the price of tofu). The price has been derived from the price for whey powder which seems to be an overestimation given the fact that a high energy use is necessary for drying. Therefore the allocation seems wrong. Due to this the soy bean input is much lower than in the ESU database. The waste water seems to be too high by a factor of 1000.

Therefore ESU data for Swiss Tofu with soybeans from different origin (estimated share of BR (50%), US (45%), CH (5%)) are used for this input (Jungbluth et al. 2016).

9.5 Distribution in the supermarket

The life cycle inventory for the distribution includes the relevant processes from the production plant to the supermarket. It includes the transportation to the Swiss supermarket, the distribution processes within the supermarket as well as the disposal of the food waste arising during distribution.

For each product we took one example from the supermarket to determine the price. With regard to consistency and comparability, conventionally produced products are chosen whenever possible. For the same reasons, if available, sample products at Swiss retailer Migros were considered to set the price. For sunflower kernels and tofu, only prices for biologically produced products were found.

The transportation of tofu (Alnatura Tofu Natur, 200g ³⁵), falafel (Cornatur Falafel, 180g ³⁶), and soy vegetarian mince (Délicorn Gehacktes, 230g ³⁷) takes place domestically from the processing plant in Switzerland to a supermarket. The life cycle inventory for the transportation process (origin, Switzerland) refers to a national average transport from the farm to the first collection point (this domestic transport mix is based from an expert guess, see Jungbluth (2000). Furthermore, the average energy consumption for cold storage (storage, colonial foods, in cold store) and the operation of the cooling devices in the supermarket (storage, chilled food, in supermarket) is included according to the ESU database (Jungbluth et al. 2016).

Quorn mince (QuornTM Gehacktes, 230g ³⁸) has to be imported from Great Britain as it is not produced in Switzerland. It is deep-frozen for this transport (refrigerated transport, deep frozen goods, roads, Jungbluth et al. 2016) and then defrosted before packaging.

The transport distance of canned chickpeas (Kichererbsen, M Classic, Dose, 250g ³⁹) is assumed to be from Italy to Switzerland. On the packaging of dried chickpeas (Kichererbsen, M Classic, getrocknet, 500g ⁴⁰) Switzerland is listed as country of packaging, without any further information. It is assumed that chickpeas are dried in the USA and brought to Switzerland for packaging. The life cycle inventory (origin, non-European) refers to the environmental impact of an average transportation mix from a non-European country to a Swiss supermarket, with the main part of transport being by transoceanic freight ship.

³⁵ https://produkte.migros.ch/alnatura-tofu-natur?_ga=1.88373851.1532303510.1423060218; retrieved in August 2015

³⁶ <https://produkte.migros.ch/cornatur-falafel>; retrieved in August 2015

³⁷ <http://www.coopathome.ch/supermarkt/fisch-vegetarisch/vegetarisch/d%C3%A9licorn-gehacktes/C1404/P4245012-SUPERMKT/de>; retrieved in August 2015

³⁸ <https://produkte.migros.ch/cornatur-quorn-gehacktes>; retrieved in August 2015

³⁹ <https://produkte.migros.ch/m-classic-kichererbsen-153133000000>; retrieved in August 2015

⁴⁰ <https://produkte.migros.ch/m-classic-kichererbsen>; retrieved in August 2015

Regarding the food waste along the distribution chain, the shares of the different disposal technologies (incineration, composting, anaerobic digestion and landfill) for the treatment of food waste are considered as well as the transports to the disposal facilities.

	Name	Location	InfrastructureProcess	Unit	chickpeas, canned, production RER, at supermarket	UncertaintyType	StandardDeviation95%	GeneralComment
	Location				CH 0 kg			
	InfrastructureProcess							
	Unit							
processed product	chickpeas, canned, at plant	RER	-	kg	1.01E+00	1	1.22	(4,3,1,1,1,1,BU:1.05); Losses included.
transport	origin, Switzerland	CH	0	kg		1	1.30	(4,5,na,na,na,na,BU:1.05); Domestic transport based on real weight
	origin, European	CH	0	kg	1.82E+00	1	1.30	(4,5,na,na,na,na,BU:1.05); Transport of products produced overseas based on real weight
distribution	distribution, food products	CH	0	CHF	4.40E+00	1	1.30	(4,5,na,na,na,na,BU:1.05); Energy and infrastructure used for distribution of food products in a supermarket based on price paid by customer.
Disposal & wastes	disposal, food waste, average	CH	0	kg	5.03E-03	1	1.22	(4,3,1,1,1,3,BU:1.05); Disposal of food losses/waste
	sample product name; August 2015				Kichererbsen, in Dose, M Classic, 500g			
	selling price (produkte.migros.ch)	CH		CHF/kg	4.40			

	Name	Location	Infrastructure	Unit	soymilk, at supermarket	Uncertainty Type	Standard deviation %	GeneralComment
	Location				CH			
	InfrastructureProcess				0			
	Unit				kg			
	cottage cheese, at supermarket	CH	0	kg	0			
	soymilk, at supermarket	CH	0	kg	1			
processed product	soymilk, at plant	CH	0	kg	1.01E+00	1	1.21	(4,1,1,1,1,1,BU:1.05);
transport & distribut.	origin, Switzerland	CH	0	kg	1.01E+00	1	1.30	(4,5,1,1,1,1,BU:1.05); Domestic transports from dairy to supermarket
	storage, milk and egg, in cold store	CH	0	kg	1.01E+00	1	1.30	(4,5,na,na,na,na,BU:1.05); Regional cooled storage
	storage, chilled food, in supermarket	CH	0	kg	1.01E+00	1	1.30	(4,5,na,na,na,na,BU:1.05); Regional cooled storage
	distribution, food products	CH	0	CHF	1.95E+00	1	1.30	(4,5,na,na,na,na,BU:1.05); Energy and infrastructure used for distribution of food products in a supermarket based on price paid by customer.
disposal & losses	disposal, food waste, average	CH	0	kg	1.01E-02	1	1.30	(4,5,na,na,na,na,BU:1.05); Disposal of food losses/waste
	Verkaufspreise (coop@home)				Soiasun Soya Drink Nature 1l			
	Produkt	CHF/kg			1.95			

Tab. 9.15 Unit process raw data for the distribution of investigated products in the supermarket

	Name	Location	InfrastructureProcess	Unit	tofu, at supermarket	chickpeas, dried, production RNA, at supermarket	falafel, at supermarket	vegetarian mince, from soybean protein concentrate, at supermarket	quorn mince, at supermarket	almonds, without nutshell, at supermarket	lentils, at supermarket	soybeans IP, at supermarket	white mushrooms, at supermarket	sunflower seeds IP, dehulled, at supermarket	UncertaintyType	StandardDeviation95%	GeneralComment
	Location				CH 0 kg	CH 0 kg	CH 0 kg	CH 0 kg	CH 0 kg	CH 0 kg	CH 0 kg	CH 0 kg	CH 0 kg	CH 0 kg			
	InfrastructureProcess																
	Unit																
processed products	tofu, at plant	CH	-	kg	1.01E+00										1	1.22	(4,3,1,1,1,1,BU:1.05); Swiss production of tofu, losses included.
	chickpeas, dried, at plant	RNA	-	kg		1.01E+00									1	1.22	(4,3,1,1,1,1,BU:1.05); Production of dried chickpeas, losses included.
	falafel, at plant	CH	-	kg			1.01E+00								1	1.22	(4,3,1,1,1,1,BU:1.05); Swiss production of falafel, losses included.
	vegetarian mince, from soybean protein concentrate, at plant	CH	-	kg				1.01E+00							1	1.22	(4,3,1,1,1,1,BU:1.05); Production of vegetarian mince, losses included.
	quorn mince, at plant	GB	-	kg					1.01E+00						1	1.22	(4,3,1,1,1,1,BU:1.05); Production of quorn mince, losses included.
	white mushrooms, at plant	CH	-	kg									1.11E+00		1	1.22	(4,3,1,1,1,1,BU:1.05); Production of white mushrooms, losses included.
	almonds , without nutshell, at regional storage	US	-	kg						1.01E+00					1	1.22	(4,3,1,1,1,1,BU:1.05); Production of almonds, without nutshell, losses included.
	lentils , at plant	RAS	-	kg							1.01E+00				1	1.22	(4,3,1,1,1,1,BU:1.05); Production of lentils, losses included.
	soybeans IP, at plant	CH	-	kg								1.01E+00			1	1.22	(4,3,1,1,1,1,BU:1.05); Production of soybeans, losses included.
	sunflower seeds IP, dehulled, at plant	CH	-	kg										1.01E+00	1	1.22	(4,3,1,1,1,1,BU:1.05); Production of sunflower kernels, losses included.
transport	origin, Switzerland	CH	0	kg	1.01E+00		1.01E+00	1.010				1.010	1.111	1.01E+00	1	1.30	(4,5,na,na,na,na,BU:1.05); Domestic transport
	origin, non-European	CH	0	kg		1.01E+00				1.01E+00	1.01E+00				1	1.30	(4,5,na,na,na,na,BU:1.05); Transport of products produced overseas.
	refrigerated transport, deep frozen goods, road	RER	-	tkm					1.36E+00						1	1.22	(4,3,1,1,1,1,BU:1.05); Deep frozen product transported from Stokesly to Berne
distribution	storage, deep frozen food, in cold store	RER	-	kg					1.01E+00						1	1.22	(4,3,1,1,1,1,BU:1.05); Production of quorn mince, losses included.
	storage, colonial products, in cold store	RER	0	kg	1.01E+00		1.010	1.01E+00							1	1.30	(4,5,na,na,na,na,BU:1.05); Central cooled storage
	storage, chilled food, in supermarket	CH	0	kg	1.01E+00	0.00E+00	1.01E+00	1.01E+00	1.01E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	-	0.00E+00	1	1.30	(4,5,na,na,na,na,BU:1.05); Cooled storage in the supermarket
	distribution, food products	CH	0	CHF	9.00	4.60	27.20	19.50	21.30	16.00	4.40	6.40	15.60	11.50	1	1.30	(4,5,na,na,na,na,BU:1.05); Energy and infrastructure used for distribution of food products in a supermarket based on price paid by customer.
Disposal & wastes	disposal, food waste, average	CH	0	kg	1.01E-02	1.01E-02	1.01E-02	1.01E-02	5.03E-03	1.01E-02	1.01E-02	1.01E-02	1.11E-01	1.01E-02	1	1.22	(4,3,1,1,1,3,BU:1.05); Disposal of food losses/waste
	sample product name; August 2015				Alnatura Tofu natur, 200g	Kichererbsen, getrocknet, M Classic, 500g	Cornatur Falafel, 180g	Délicom Gehacktes, 230g	QuornTM Gehacktes, 230g	Mandeln, geschält, M-Classic, 200g	Linsen braun, 500g, M-Classic, Migros	Sojabohnen, Portanatura, 500g	Champignons weiss, Migros, geschnitten, 250g	Rapunzel Sonnenblumenkerne, Beutel, 500g			
	selling price (coopathome.ch or produkte.migros.ch)	CH		CHF/ka	9.00	4.60	27.20	19.50	21.30	16.00	4.40	6.40	15.60	11.50			

Tab. 9.16 MetaInformation for unit process raw data referring to distribution in the supermarket

Name	tofu, at supermarket	chickpeas, canned, production RER, at supermarket	chickpeas, dried, production RNA, at supermarket	falafel, at supermarket	vegetarian mince, from soybean protein concentrate, at supermarket	quorn mince, at supermarket	almonds, without nutshell, at supermarket	lentils, at supermarket	soymilk, at supermarket	soybeans IP, at supermarket	white mushrooms, at supermarket	sunflower seeds IP, dehulled, at supermarket
Location	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
InfrastructureProcess	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unit	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
IncludedProcesses	The provision of tofu and its plastic packaging material including disposal; the transports to the supermarket and the distribution processes including its losses.	The provision of canned chickpeas including the can; the transports to the supermarket and the distribution processes including its losses throughout the entire supply chain.	The provision of dried chickpeas and its plastic packaging material including disposal; the transports to the supermarket and the distribution processes including its losses.	The provision of falafel and its plastic packaging material including disposal; the transports to the supermarket and the distribution processes including its losses.	The provision of vegetarian mince from soybean protein concentrate including its packaging material including disposals, the transports to the CH-supermarket and the distribution processes. Losses are included across the whole supply chain.	The provision of quorn mince and its plastic packaging; the transports to the supermarket and the distribution processes. Deep frozen transportation and storage before defrosting in Switzerland. Losses are included across the whole supply chain.	The provision of almonds and its plastic packaging; the transports to the supermarket and the distribution processes. Losses are included across the whole supply chain.	The provision of lentils and its plastic packaging; the transports to the supermarket and the distribution processes. Losses are included across the whole supply chain.	The provision of soymilk and its packaging; the transports to the supermarket and the distribution processes. Losses are included across the whole supply chain.	The provision of soybeans and its packaging; the transports to the supermarket and the distribution processes. Losses are included across the whole supply chain.	The provision of white mushrooms and its packaging; the transports to the supermarket and the distribution processes. Losses are included across the whole supply chain.	The provision of sunflower kernels and its packaging; the transports to the supermarket and the distribution processes. Losses are included across the whole supply chain.
Amount	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
LocalName	Tofu, ab Supermarkt	Kichererbsen, in der Dose, Produktion RER, ab Supermarkt	Kichererbsen, getrocknet, Produktion RNA, ab Supermarkt	Falafel, ab Supermarkt	Vegetarisches Gehacktes, aus Sojaproteinkonzentrat, ab Supermarkt	Quorn Gehacktes, ab Supermarkt	Mandeln ohne Schale, ab Supermarkt	Linsen, ab Supermarkt	Sojamilch, ab Supermarkt	Sojabohnen IP, ab Supermarkt	Champignons, ab Supermarkt	Sonnenblumenkerne IP, geschält, ab Supermarkt
Synonyms	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GeneralComment	The inventory refers to 1 kg of tofu at the supermarket, including its production in CH, domestic transports as well as distribution and storage processes at the supermarket. The product investigated is Alnatura Tofu natur, 200g, sold by Migros.	The inventory refers to 1 kg of canned chickpeas at a Swiss supermarket produced in RER, including distribution and storage processes at the supermarket. The product investigated is M-Classic Kichererbsen, in Dose (400g), sold by Migros.	The inventory refers to 1 kg of dried chickpeas at a Swiss supermarket produced in US, including transports as well as distribution and storage processes at the supermarket. The product investigated is M-Classic Kichererbsen, getrocknet (500g), sold by Migros.	The inventory refers to 1 kg of falafel at a Swiss supermarket, including its production in CH, domestic transports as well as distribution and storage processes at the supermarket. The product investigated is Comatur Falafel (180g), sold by Migros.	The inventory refers to 1 kg of vegetarian mince at the supermarket, including its production in CH, domestic transports as well as distribution and storage processes at the supermarket. The product investigated is Délicom Gehacktes (230g), sold by Migros.	The inventory refers to 1 kg of chilled quorn mince at supermarket. The product investigated is Quorn Gehacktes (230g) sold by Migros.	The inventory refers to 1 kg of almonds, without nutshell, at supermarket, including its production, domestic transports as well as distribution and storage processes at the supermarket. The product investigated is Mandeln, geschält, M-Classic, 200g, sold by Migros.	The inventory refers to 1 kg of lentils at supermarket, including its production in CH, domestic transports as well as distribution and storage processes at the supermarket. The product investigated is Linsen braun, 500g, M-Classic, sold by Migros.	The inventory refers to 1 kg (l) of soymilk at supermarket including its production in CH, domestic transports as well as distribution and storage processes at the supermarket. Specific weight of soydrink is about 1.021 kg/l and used for soymilk. Due to small difference no conversion is carried out.	The inventory refers to 1 kg of soybeans at supermarket, including its production in CH, domestic transports as well as distribution and storage processes at the supermarket. The product investigated is Sojabohnen, Fortanatura, 500g.	The inventory refers to 1 kg of white mushrooms at supermarket, including its production in CH, domestic transports as well as distribution and storage processes at the supermarket. The product investigated is Champignons weiss, Migros, geschnitten, 250g, sold by Migros.	The inventory refers to 1 kg of white mushrooms at supermarket, including its production in CH, domestic transports as well as distribution and storage processes at the supermarket. The product investigated is Rapunzel Sonnenblumenkerne, Beutel, 500g, sold by adlershop.ch.
InfrastructureIncluded	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Category	distribution	distribution	distribution	distribution	distribution	distribution	distribution	distribution	distribution	distribution	distribution	distribution
SubCategory	convenience	vegetables	vegetables	convenience	convenience	convenience	vegetables	vegetables	beverages	vegetables	vegetables	vegetables
LocalCategory	Supermarkt	Supermarkt	Supermarkt	Supermarkt	Supermarkt	Supermarkt	Supermarkt	Supermarkt	Supermarkt	Supermarkt	Supermarkt	Supermarkt
LocalSubCategory	Supermarkt	Gemüse	Gemüse	Supermarkt	Supermarkt	Fertigprodukte	Gemüse	Gemüse	Getränke	Gemüse	Gemüse	Gemüse
Formula												
StatisticalClassification												
CASNumber												
StartDate	2011	2011	2011	2011	2011	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015
EndDate	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015
DataValidForEntirePeriod	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
OtherPeriodText												
Text	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland
Text	Food distribution	Food distribution	Food distribution	Food distribution	Food distribution	Food distribution	Food distribution	Food distribution	Food distribution	Food distribution	Food distribution	Food distribution
Percent												
ProductionVolume	not known	not known	not known	not known	not known	not known	not known	not known	not known	not known	not known	not known
SamplingProcedure	Literature	Literature	Literature	Literature	Literature	Literature	Literature	Literature	Literature	Literature	Literature	Literature
Extrapolations	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none
UncertaintyAdjustments	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none	none
Details	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015

9.6 Preparation for consumption

The preparation of the different food ingredients to meals or single products is investigated with recipes provided in chapter 8. The unit process raw data and MetaInformation is shown in the following tables.

In chapter 8.2.7, Quorn pieces (in German known as “Geschnetzeltes”) is listed as ingredient in the respective recipe. For this study, Quorn mince is used instead to assess the environmental impact of this meal. Quorn pieces and Quorn mince are comparable cause of two reasons. Both products mainly consist of Quorn (95 %, respective 94 %). In addition, Carbon Footprint results provided by Quorn Foods show the same values for both products.

Tab. 9.17 Unit process raw data of the preparation of portions for single products in households

	Name	Location	InfrastructureProcess		soymilk, at refrigerator	white mushrooms, stewed, at kitchen	sunflower seeds, dehulled, at household	soybeans, soaked and cooked, at kitchen	chickpeas, canned, warmed up, at kitchen	Uncertainty Type	Standard Deviation 95%	General Comment	soymilk, at refrigerator	white mushrooms, stewed, at kitchen	sunflower seeds, dehulled, at household	soybeans, soaked and cooked, at kitchen	chickpeas, canned, warmed up, at kitchen	Maximum period (d) in fridge	Transport weight	Conversion factor Portion -> ecoinvent unit	Source	Cumulated food losses
				Unit																		
			Location	InfrastructureProcess																		
			Unit																			
Product	soymilk, at refrigerator	CH	0	p	1	0	0	0	0				1									
	white mushrooms, stewed, at kitchen	CH	0	p	0	4	0	0	0					4								
	sunflower seeds, dehulled, at household	CH	0	p	0	0	1	0	0						1							
	soybeans, soaked and cooked, at kitchen	CH	0	p	0	0	0	4	0							4						
	chickpeas, canned, warmed up, at kitchen	CH	0	p	0	0	0	0	4								4					
Protein ingredients	soybeans IP, at supermarket	CH	0	kg	0	0	0	2.45E-1	0	1	1.24	(4,4,1,1,1,1,BU:1.05); Soybeans. Losses along the supply chain considered.	2.40E+02			q	0	1.00	0.001		2.0%	
	sunflower seeds IP, dehulled, at supermarket	CH	0	kg	0	0	2.55E-2	0	0	1	1.24	(4,4,1,1,1,1,BU:1.05); Sunflower seeds. Losses along the supply chain considered.	2.50E+01			q	0	1.00	0.001		2.0%	
	chickpeas, canned, production RER, at supermarket	CH	0	kg	0	0	0	0	5.00E-1	1	1.24	(4,4,1,1,1,1,BU:1.05); Canned chickpeas from RNA. No losses in household assumed. 500 g refers content of 2 cans.	5.00E+02			q	0	1.82	0.001		0.0%	
Other Swiss ingredients	soymilk, at supermarket	CH	0	kg	2.04E-1	0	0	0	0	1	1.24	(4,4,1,1,1,1,BU:1.05); Soymilk. Losses along the supply chain considered.	2.00E+00			dl	7	1.00	0.100		2.0%	
	white mushrooms, at supermarket	CH	0	kg	0	4.90E-1	0	0	0	1	1.24	(4,4,1,1,1,1,BU:1.05); White mushrooms. Losses along the supply chain considered.	4.80E+02			q	0	1.00	0.001		2.0%	
	olive oil, in glass bottle, production CY, at supermarket	CH	0	kg	0	0	0	0	0	1	1.24	(4,4,1,1,1,1,BU:1.05); Olive Oil. Losses along the supply chain considered.				EL	0	1.79	0.010	www.chefkoch.de/forum/2,1,345356/Championnons-anbraten.html	2.0%	
Preparation	cooking, electric, heat-up	CH	0	min	0	1.00E+1	0	1.00E+1	1.00E+1	1	1.24	(4,4,1,1,1,1,BU:1.05); Own assumption for heating up the pan to low heat.	1.00E+01			1.00E+01	1.00E+01	min		1.00	Own assumption	0.0%
	cooking, electric, stabilizing temperature	CH	0	min	0	5.00E+0	0	3.00E+1	0	1	1.24	(4,4,1,1,1,1,BU:1.05); Cooking process.	5.00E+00			3.00E+01	0.00E+00	min		1.00		0.0%
	tap water, unspecified natural origin CH, at user	CH	0	kg	0	0	0	2.00E+0	0	1	1.24	(4,4,1,1,1,1,BU:1.05); Water used for soaking and boiling.	0.00E+00			2.00E+01	0.00E+00	dl		0.100		0.0%
	tap water, unspecified natural origin CH, at user	CH	0	kg	0	1.00E+0	0	1.00E+0	0	1	1.24	(4,4,1,1,1,1,BU:1.05); Water used for rinsing process (own assumption).	1.00E+00			1.00E+00	0.00E+00	l		1.000	Own assumption	0.0%
Chilling	storage, food, kg*d, in fridge	CH	0	kg	7.1E-01	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00	1	1.21	(4,1,1,1,1,1,BU:1.05); Days of storage for chilled products estimated with 50% of maximum storage life.										0%
	transport, groceries, average means of transport, to household	CH	0	kg	2.0E-01	4.9E-01	2.6E-02	2.4E-01	9.1E-01	1	2.09	(4,5,na,na,na,na,BU:2); Average shopping trip.										0%
Disposal	disposal, food waste, average	CH	0	kg	4.1E-03	9.8E-03	5.1E-04	4.9E-03	0.0E+00	1	1.24	(4,4,1,1,1,1,BU:1.05); Disposal food waste, own assumption.										0%
	treatment, sewage, from residence, to wastewater treatment, class 2	CH	0	m3	0.0E+00	1.0E-03	0.0E+00	2.8E-03	0.0E+00	1	1.24	(4,4,1,1,1,1,BU:1.05); Sewage from rinsing the rice.										0%
	Water, embodied in product, CH	-	-	kg				2.4E-01		1	1.24	(4,4,1,1,1,1,BU:1.05); Water used for soaking and boiling.										0%

Tab. 9.18 Unit process raw data of the preparation of recipes in households

	Name	Location	Infrastructure	Unit	chickpeas with	brown lentils and	quorn mince and	rice pan with tofu	spaghetti	falafel with	Bircher muesli,	Uncertainty	Y de	StandardDev	at ion95%	GeneralComment	
					raisons and rice,	carrots, at	champignon	sauce, with	Bolognese with	potatoes and							
					at kitchen	at kitchen	noodles, at	vegetables,	soya mince, at	herbs, at							
	Location				CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH						
	InfrastructureProcess				0	0	0	0	0	0	0						
	Unit				p	p	p	p	p	p	p						
Protein ingredients	tofu, at supermarket	CH	0	kg	0	0	0	4.59E-1	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Tofu. Losses along the supply chain considered.		
	chickpeas, dried, production RNA, at supermarket	CH	0	kg	2.45E-1	0	0	0	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Canned chickpeas from RNA. Losses along the supply chain considered.		
	lentils, at supermarket	CH	0	kg	0	2.45E-1	0	0	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Lentils. Losses along the supply chain considered.		
	falafel, at supermarket	CH	0	kg	0	0	0	0	0.00E+00	5.51E-01	0.00E+00	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Falafel. 3 Packages per 180g. Losses along the supply chain considered.		
	vegetarian mince, from soybean protein concentrate, at quorn mince, at supermarket	CH	0	kg	0	0	0	0	2.04E-01	0.00E+00	0.00E+00	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Vegetarian mince based on soy. Losses along the supply chain considered.		
Other Swiss		CH	0	kg	0	0	4.69E-1	0	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Quorn mince used instead of Quorn pieces. Losses along the supply chain considered.		
	soymilk, at supermarket	CH	0	kg	3.06E-1	0	0	1.02E-2	0.00E+00	0.00E+00	1.02E-01	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Soy sauce. Losses along the supply chain considered.		
	olive oil, in glass bottle, production CY, at supermarket	CH	0	kg	0	0	1.02E-2	0	2.04E-2	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Olive oil used for the cooking process.		
	rape oil, at regional storage	CH	0	kg	0	0	0	2.06E-2	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Rape oil used for the cooking process.		
	sunflower oil, origin CH, at supermarket	CH	0	kg	1.03E-2	0	0	0	0	1.03E-2	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Sunflower oil used for the cooking process.		
	white mushrooms, at supermarket	CH	0	kg	0	0	4.90E-1	0	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Champignons. Losses along the supply chain considered.		
	whole milk, in Tetra brick, at supermarket	CH	0	l	0	2.60E-1	0	0	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Whole milk. Losses along the supply chain considered.		
	cream, in 2.5 dl tetra brick, at supermarket	CH	0	l	0	0	2.08E-1	0	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Cream. Losses along the supply chain considered.		
	yoghurt natural, in 150g PS cup with aluminium lidding, at cheese, at supermarket	CH	0	kg	0	0	0	0	0	2.08E-1	4.17E-1	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Yoghurt for the sauce. Losses along the supply chain considered.		
	almonds, without nutshell, at supermarket	CH	0	kg	0	3.13E-2	0	0	1.04E-1	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Parmesan cheese. Losses along the supply chain considered.		
	almonds, without nutshell, at supermarket	CH	0	kg	0	0	0	4.08E-2	0	0	2.04E-2	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Pine nuts. 2 tablespoon of grounded almonds. Losses along the supply chain considered.		
	graham bread, at supermarket	CH	0	kg	0	0	0	0	0	0	2.86E-1	1	2.06	(4.4,1.1,1.1.BU:2);	4 slices of bread. Losses along the supply chain considered.		
	white rice, from USA, at regional storage	CH	0	kg	2.60E-1	0	0	2.08E-1	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Rice. Losses along the supply chain considered.		
	maize seed IP, at regional storehouse	CH	0	kg	0	1.87E-1	0	0	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Maize seeds for polenta seeds. Losses along the supply chain considered.		
	sugar, from sugar beet, at sugar refinery	CH	0	kg	0	0	0	0	0	0	9.16E-3	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	2 teaspoons of sugar. Losses along the supply chain considered.		
	potatoes IP, at farm	CH	0	kg	0	0	0	0	0	9.44E-1	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Potatoes. Losses along the supply chain considered.		
	oat grains, IP, at farm	CH	0	kg	0	0	0	0	0	0	2.18E-1	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Oat grains. Losses along the supply chain considered.		
	apple ÖLN, at farm	CH	0	kg	0	0	0	0	0	0	4.52E-1	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Dataset used for raisins. Losses along the supply chain considered.		
	strawberries ÖLN, at farm	CH	0	kg	0	0	0	0	0	0	5.03E-1	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Mx of berries. Losses along the supply chain considered.		
	table grapes ÖLN, Chasselas, at farm	CH	0	kg	0	0	0	0	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Dataset used for raisins. Losses along the supply chain considered.		
	sultans , sun-dried, at plant	CH	0	kg	5.34E-2	0	0	0	0	0	4.27E-2	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Dataset used for raisins. Losses along the supply chain considered.		
	onions, IP, at farm	CH	0	kg	0	0	2.93E-1	1.90E-1	1.90E-1	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	2 pieces of shallots. Losses along the supply chain considered.		
	onions, IP, at farm	CH	0	kg	0	0	0	4.24E-3	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Cloves of garlic. Losses along the supply chain considered.		
	parsley, dried, IP, at plant	CH	0	kg	0	0	4.04E-3	0	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	1 teaspoon of parsley used for cooking the carrots and the chickpeas. Losses along the supply chain considered.		
		paprika, IP, at farm	CH	0	kg	0	0	0	1.63E-1	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	1 paprika. Losses along the supply chain considered.	
		broccoli, IP, at farm	CH	0	kg	0	0	0	6.03E-1	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Broccoli. Losses along the supply chain considered.	
		parsley, IP, at farm	CH	0	kg	0	0	0	0	6.28E-2	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Parsley. Losses along the supply chain considered.	
		celery, greenhouse, at farm	CH	0	kg	0	0	0	0	6.28E-2	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Celery. Losses along the supply chain considered.	
		carrots, IP, at farm	CH	0	kg	7.02E-1	7.02E-1	0	0	2.93E-1	7.02E-1	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Carrots. Losses along the supply chain considered.	
		tomatoes, IP, at farm	CH	0	kg	0	0	0	0	6.28E-1	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Tomatoes for the sauce. Losses along the supply chain considered.	
		spices, at supermarket	CH	0	kg	0	0	0	0	0	0	1.53E-3	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Dataset used for cinnamon. Losses along the supply chain considered.	
		spices, at supermarket	CH	0	kg	0	0	0	0	4.08E-3	4.08E-3	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Dataset used for one tea spoon of Italian herbs. Losses along the supply chain considered.	
		spices, at supermarket	CH	0	kg	0	0	0	0	8.16E-3	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Dataset used for one tea spoon of bouillon. Losses along the supply chain considered.	
		spices, at supermarket	CH	0	kg	0	0	2.04E-3	2.04E-3	2.04E-3	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Dataset used for one tablespoon of pepper. Losses along the supply chain considered.	
		spices, at supermarket	CH	0	kg	4.08E-3	4.08E-3	0	4.08E-3	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Dataset used for one tablespoon of algae, bay- or lime leaf. Losses along the supply chain considered.	
		spices, at supermarket	CH	0	kg	2.04E-3	2.04E-3	0	0	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Dataset used one tea spoon of coriander. Losses along the supply chain considered.	
		spices, at supermarket	CH	0	kg	4.08E-3	2.04E-3	0	2.04E-3	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Dataset used one tea spoon of cumin. Losses along the supply chain considered.	
		spices, at supermarket	CH	0	kg	2.04E-3	0	0	2.04E-3	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Dataset used one tea spoon of ginger. Losses along the supply chain considered.	
		spices, at supermarket	CH	0	kg	4.08E-3	0	0	0	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Dataset used one tea spoon of paprika. Losses along the supply chain considered.	
		spices, at supermarket	CH	0	kg	4.08E-3	0	0	2.04E-3	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Dataset used one tea spoon of curry. Losses along the supply chain considered.	
		Other European	sodium chloride, powder, at plant	RER	0	kg	1.02E-2	1.02E-2	1.02E-2	1.02E-2	1.02E-2	1.02E-2	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Salt used for cooking the carrots and the chickpeas. Losses along the supply chain considered.
			citrus Catania, at farm	IT	0	kg	5.34E-2	0	0	0	0	0	5.34E-2	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Lemon juice of a half of a lemon. Losses along the supply chain considered.
			pasta, dried, durum wheat, without eggs, at plant	RER	0	kg	0	0	3.12E-1	0	4.16E-1	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Pasta. Losses along the supply chain considered.
			aceto balsamico, in bottle, at plant	IT	0	kg	0	1.03E-2	0	0	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Vinegar for seasoning. Losses along the supply chain considered.
	white wine, Riesling ÖLN, at supermarket		RER	0	kg	0	0	1.02E-1	0	0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	White wine used for deglazing. Losses along the supply chain considered.	
	Preparation	butter, 250 g butter cubes, at fridge	RER	0	kg	0	1.04E-2	4.17E-2	0	1.04E-2	0	4.17E-2	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Oil used for the cooking process. Butter used with Birchemuesli Losses along the supply chain considered.	
		cooking, electric, heat-up	CH	0	min	1.00E+1	1.00E+1	1.00E+1	1.00E+1	1.00E+1	1.00E+1	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Own assumption for heating up the pan to low heat.	
		cooking, electric, stabilizing temperature	CH	0	min	5.00E+1	6.00E+1	2.40E+1	5.00E+1	5.50E+1	2.50E+1	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Cooking process.	
		tap water, unspecified natural origin CH, at user	CH	0	kg	5.00E-1	1.65E+0	2.00E+0	5.00E-1	3.30E+0	6.00E-1	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Water used for boiling.	
		tap water, unspecified natural origin CH, at user	CH	0	kg	2.00E+0	2.00E+0	1.00E+0	2.00E+0	2.00E+0	0	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Water used for rinsing process (own assumption).	
Packaging	packaging, vegetables, plastic-foil	CH	0	kg	1.02E+0	8.90E-1	6.09E-1	1.17E+0	1.65E+0	1.65E+0	1.22E+0	1	1.21	(4.1,1.1,1.1.BU:1.05);	Plastic packaging.		
	packaging, vegetables, cardboard	CH	0	kg	1.02E-2	1.02E-2	1.02E-2	1.02E-2	1.02E-2	1.02E-2	0	1	1.24	(4.4,1.1,1.1.BU:1.05);	Cardboard packaging.		
Chilling	storage, food, kg/d, in fridge	CH	0	kg	5.99	6.48	5.53	5.55	9.43	5.65	2.82	1	1.21	(4.1,1.1,1.1.BU:1.05);	Days of storage for chilled products estimated with 50% of maximum storage life.		
Transport & Distr.	origin, Switzerland	CH	0	kg	1.02E+00	8.90E-01	2.97E-01	1.17E+00	1.24E+00	1.65E+00	1.22E+00	1	1.30	(4.5,na,na,na,na,BU:1.05);	Swiss transports from production to supermarket.		
	origin, European	CH	0	kg	6.36E-02	2.05E-02	3.23E-01	1.02E-02	4.27E-01	1.02E-02	5.34E-02	1	1.30	(4.5,na,na,na,na,BU:1.05);	Transport of European products/ingredients to supermarket.		
	processing and distribution, vegetables, fresh	CH	0	kg	1.08E+00	9.10E-01	6.19E-01	1.18E+00	1.66E+00	1.66E+00	1.28E+00	1	1.30	(4.5,na,na,na,na,BU:1.05);	processing and distribution of fresh food products. No transport from processing plant to shop included.		
Disposal	transport, groceries, average means of transport, to household	CH	0	kg	1.86E+00	1.46E+00	1.98E+00	1.72E+00	2.02E+00	2.43E+00	2.10E+00	1	2.09	(4.5,na,na,na,na,BU:2);	Average shopping trip.		
	disposal, food waste, average	CH	0	kg	2.59E-01	2.47E-01	1.37E-01	2.37E-01	3.38E-01	4.67E-01	2.53E-01	1	1.24	(4.1,1.1,1.1.BU:1.05);	Disposal food waste, own assumption.		
	treatment, sewage, from residence, to wastewater treatment, class	CH	m3		2.00E-03	2.00E-03	2.69E-03	2.00E-03	4.86E-03	6.00E-04	0.00E+00	1	1.24	(4.1,1.1,1.1.BU:1.05);	Sewage from rinsing the rice.		
	Water, embodied in product, CH	-	-	kg	5.00E-01	1.65E+00	3.12E-01	5.00E-01	4.16E-01			1	1.24	(4.1,1.1,1.1.BU:1.05);	Water used for boiling.		

Name	Location	Infrastructure	Process	Unit	chickpeas with raisins and rice, at kitchen	brown lentils and carrots, at kitchen	quorn mince and champignon sauce, with noodles, Rezept 3	rice pan with tofu and vegetables, at kitchen	spaghetti Bolognese with soya mince, at kitchen	falafel with potatoes and yoghurt sauce with herbs, at Rezept 6	Bircher muesli, at kitchen	Haltedauer im Transportweg-faktor Rezept -> without loss			without loss	without loss	without loss	without loss	without loss	without loss	without loss	without loss
					Rezept 1	Rezept 2	Rezept 3	Rezept 4	Rezept 5	Rezept 6	Rezept 7	Tage			unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	
					p	p	p	p	p	p	p	kg	kg	esp. CHF/unit or m	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	
Protein ingredients	tofu, at supermarket	CH	0	kg				450				10	1.00	0.001	-	-	-	0.450	-	-	-	-
	chickpeas, dried, production RNA, at supermarket	CH	0	kg	240							0	1.82	0.001	0.240	-	-	-	-	-	-	-
	lentils, at supermarket	CH	0	kg		240						0	1.00	0.001	-	0.240	-	-	-	-	-	-
	falafel, at supermarket	CH	0	kg						540		0	1.00	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-
	vegetarian mince, from soybean protein concentrate, at quorn mince, at supermarket	CH	0	kg					200			14	1.00	0.001	-	-	-	0.200	0.540	-	-	-
		CH	0	kg			460					10	1.00	0.001	-	-	0.460	-	-	-	-	-
Other Swiss	soymilk, at supermarket	CH	0	kg	3			0.1			1	7	1.00	0.100	0.30	-	-	0.010	-	-	0.100	-
	olive oil, in glass bottle, production CY, at supermarket	CH	0	kg			1		2			0	1.79	0.010	-	-	0.010	-	0.020	-	-	-
	rape oil, at regional storage	CH	0	kg								0	1.00	0.010	-	-	-	0.020	-	-	-	-
	sunflower oil, origin CH, at supermarket	CH	0	kg	1					1		0	1.00	0.010	0.01	-	-	-	-	0.010	-	-
	white mushrooms, at supermarket	CH	0	kg			480					10	1.00	0.001	-	-	0.480	-	-	-	-	-
	whole milk, in Tetra brick, at supermarket	CH	0	l		2.5						7	1.00	0.100	-	0.250	-	-	-	-	-	-
	cream, in 2.5 dl tetra brick, at supermarket	CH	0	l			2					7	1.00	0.100	-	-	0.200	-	-	-	-	-
	yoghurt natural, in 150g PS cup with aluminium lidding, at cheese, at supermarket	CH	0	kg						200	400	7	1.00	0.001	-	-	-	-	0.200	0.400	-	-
	almonds, without nutshell, at supermarket	CH	0	kg		30			100			42	1.00	0.001	-	0.030	-	-	0.100	-	-	-
	graham bread, at supermarket	CH	0	kg				40			20	0	1.00	0.001	-	-	-	0.040	-	0.020	-	-
	white rice, from USA, at regional storage	CH	0	kg	250			200			280	0	1.00	0.001	0.25	-	-	-	-	0.280	-	-
	maize seed IP, at regional storehouse	CH	0	kg		180						0	1.00	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-
	sugar, from sugar beet, at sugar refinery	CH	0	kg							2	TL	0	1.00	0.004	-	-	-	-	0.009	-	-
	potatoes IP, at farm	CH	0	kg						720		0	1.00	0.001	-	-	-	-	-	0.720	-	-
	oat grains, IP, at farm	CH	0	kg							200	0	1.00	0.001	-	-	-	-	-	0.200	-	-
	apple ÖLN, at farm	CH	0	kg							3	Stk	0	1.00	0.120	-	-	-	-	0.360	-	-
	strawberries ÖLN, at farm	CH	0	kg							400	4	1.00	0.001	-	-	-	-	-	0.400	-	-
	table grapes ÖLN, Chasselas, at farm	CH	0	kg								0	1.00	0.001	-	-	-	-	-	-	-	-
	sultans, sun-dried, at plant	CH	0	kg	50						40	0	1.00	0.001	0.05	-	-	-	-	0.040	-	-
	onions, IP, at farm	CH	0	kg			200	130	130			0	1.00	0.001	-	-	0.200	0.130	0.130	-	-	-
	onions, IP, at farm	CH	0	kg				2.9				0	1.00	0.001	-	-	-	0.003	-	-	-	-
	parsley, dried, IP, at plant	CH	0	kg			1					0	1.00	0.004	-	-	0.004	-	-	-	-	-
	paprika, IP, at farm	CH	0	kg				130				21	1.00	0.001	-	-	-	0.130	-	-	-	-
	broccoli, IP, at farm	CH	0	kg				480				5	1.00	0.001	-	-	-	0.480	-	-	-	-
	parsley, IP, at farm	CH	0	kg					50			10	1.00	0.001	-	-	-	-	0.050	-	-	-
	celery, greenhouse, at farm	CH	0	kg					50			10	1.00	0.001	-	-	-	-	0.050	-	-	-
	carrots, IP, at farm	CH	0	kg	480	480			200	480		14	1.00	0.001	0.480	0.480	-	-	0.200	0.480	-	-
	tomatoes, IP, at farm	CH	0	kg					500			10	1.00	0.001	-	-	-	-	0.500	-	-	-
	spices, at supermarket	CH	0	kg							0.5	TL	0	1.00	0.003	-	-	-	-	-	0.002	-
	spices, at supermarket	CH	0	kg					2	2		0	1.00	0.002	-	-	-	-	0.004	0.004	-	-
	spices, at supermarket	CH	0	kg					1			0	1.00	0.008	-	-	-	-	0.008	-	-	-
	spices, at supermarket	CH	0	kg			1		1			0	1.00	0.002	-	-	0.002	0.002	-	-	-	-
	spices, at supermarket	CH	0	kg	1	1		1				0	1.00	0.004	0.0040	0.004	-	0.004	-	-	-	-
	spices, at supermarket	CH	0	kg	1	1						0	1.00	0.002	0.0020	0.002	-	-	-	-	-	-
	spices, at supermarket	CH	0	kg	2	1		1				0	1.00	0.002	0.0040	0.002	-	0.002	-	-	-	-
	spices, at supermarket	CH	0	kg	1			1				0	1.00	0.002	0.0020	-	-	0.002	-	-	-	-
	spices, at supermarket	CH	0	kg	2							0	1.00	0.002	0.0040	-	-	-	-	-	-	-
	spices, at supermarket	CH	0	kg	2			1				0	1.00	0.002	0.0040	-	-	0.002	-	-	-	-
Other European	sodium chloride, powder, at plant	RER	0	kg	2	2	2		2	2		0	1.00	0.005	0.01	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	-	-
	citrus Catania, at farm	IT	0	kg	0.5						0.5	Stk	0	1.00	0.085	0.043	-	-	-	-	0.043	-
	pasta, dried, durum wheat, without eggs, at plant	RER	0	kg			300		400			0	1.00	0.001	-	-	0.300	-	0.400	-	-	-
	aceto balsamico, in bottle, at plant	IT	0	kg		1						0	1.71	0.010	-	0.010	-	-	-	-	-	-
	white wine, Riesling ÖLN, at supermarket	RER	0	kg			1					0	1.71	0.100	-	-	0.100	-	-	-	-	-
	butter, 250 g butter cubes, at fridge	RER	0	kg		1	4			1	4	0	1.00	0.010	-	0.010	0.040	-	0.010	-	0.040	-
Preparation	cooking, electric, heat-up	CH	0	min	10	10	10	10	10	10		min	1.00		10	10	10.000	10.000	10.000	10.000	-	-
	cooking, electric, stabilizing temperature	CH	0	min	50	60	24	50	55	25		min	1.00		50	60	24.000	50.000	55.000	25.000	-	-
	tap water, unspecified natural origin CH, at user	CH	0	kg	5	16.5	20	5	33	6		dl	1.00		0.50	1.650	2.000	0.500	3.300	0.600	-	-
	tap water, unspecified natural origin CH, at user	CH	0	kg	2	2	1	2	2			l	1.000		2.00	2.000	1.000	2.000	2.000	-	-	-
Packaging	packaging, vegetables, plastic-foil	CH	0	kg											-	-	-	-	-	-	-	-
	packaging, vegetables, cardboard	CH	0	kg											-	-	-	-	-	-	-	-
Chilling	storage, food, kg*d, in fridge	CH	0	kg											-	-	-	-	-	-	-	-
Transport & Distr.	origin, Switzerland	CH	0	kg											-	-	-	-	-	-	-	-
	origin, European	CH	0	kg											-	-	-	-	-	-	-	-
	processing and distribution, vegetables, fresh	CH	0	kg											-	-	-	-	-	-	-	-
Disposal	transport, groceries, average means of transport, to household	CH	0	kg											-	-	-	-	-	-	-	-
	disposal, food waste, average	CH	0	kg											-	-	-	-	-	-	-	-
	treatment, sewage, from residence, to wastewater treatment, class	CH	0	m3											-	-	-	-	-	-	-	-
	Water, embodied in product, CH	-	-	kg											-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 9.19 MetaInformation for unit process raw data referring to the preparation of single products in households

Name	soymilk, at refrigerator	white mushrooms, stewed, at kitchen	sunflower seeds, dehulled, at household	soybeans, soaked and cooked, at kitchen	chickpeas, canned, warmed up, at kitchen
Location	CH	CH	CH	CH	CH
InfrastructureProcess	0	0	0	0	0
Unit	p	p	p	p	p
IncludedProcesses	Included are ingredients and tap water, transport to supermarket, transport to household, packaging materials and their disposal, cooling and preparation processes such as cooking as well as wastes. Losses over the whole supply chain of the ingredients until the kitchen are considered. Not included are food wastes on the plate.	Included are ingredients and tap water, transport to supermarket, transport to household, packaging materials and their disposal, cooling and preparation processes such as cooking as well as wastes. Losses over the whole supply chain of the ingredients until the kitchen are considered. Not included are food wastes on the plate.	Included are ingredients and tap water, transport to supermarket, transport to household, packaging materials and their disposal, cooling and preparation processes such as cooking as well as wastes. Losses over the whole supply chain of the ingredients until the kitchen are considered. Not included are food wastes on the plate.	Included are ingredients and tap water, transport to supermarket, transport to household, packaging materials and their disposal, cooling and preparation processes such as cooking as well as wastes. Losses over the whole supply chain of the ingredients until the kitchen are considered. Not included are food wastes on the plate.	Included are ingredients and tap water, transport to supermarket, transport to household, packaging materials and their disposal, cooling and preparation processes such as cooking as well as wastes. Losses over the whole supply chain of the ingredients until the kitchen are considered. Not included are food wastes on the plate.
Amount	1	4	1	4	4
LocalName	Sojamilch, ab Kühlschrank	Champignons, gedünstet, ab Küche	Sonnenblumenkerne, geschält, ab Küche	Sojabohnen, eingeweicht und gekocht, ab Küche	Kichererbsen, aus der Dose, aufgewärmt, ab Küche
Synonyms	0	0	0	0	0
GeneralComment	Refers to serving 1 portion (= 2 dl) of soy milk from fridge.	Refers to the preparation of 4 portions a 100 g of white mushrooms.	Refers to serving of 1 portion (25 g) of sunflower seeds.	Refers to the preparation of 4 portions of soaked and cooked soybeans a 60 g dry weight and 120 weight after cooking.	Refers to the preparation of 4 portions of chickpeas from can. 1 portion is 125 g of chickpeas net weight.
InfrastructureIncluded	1	1	1	1	1
Category	private consumption	private consumption	private consumption	private consumption	private consumption
SubCategory	portion	portion	portion	portion	portion
LocalCategory	Privater Konsum	Privater Konsum	Privater Konsum	Privater Konsum	Privater Konsum
LocalSubCategory	Portion	Portion	Portion	Portion	Portion
Formula					
StatisticalClassification					
CASNumber					
StartDate	2015	2015	2015	2015	2015
EndDate	2015	2015	2015	2015	2015
DataValidForEntirePeriod	1	1	1	1	1
OtherPeriodText					
Text	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland
Text	Preparation of meals at home.	Preparation of meals at home.	Preparation of meals at home.	Preparation of meals at home.	Preparation of meals at home.
Percent					
ProductionVolume	not known	not known	not known	not known	not known
SamplingProcedure	Recipe prepared for the project	Recipe prepared for the project	Recipe prepared for the project	Recipe prepared for the project	Recipe prepared for the project
Extrapolations					
UncertaintyAdjustments	none	none	none	none	none
Details	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015

Tab. 9.20 MetaInformation for unit process raw data referring to the preparation of meals in households

Name	chickpeas with raisins and rice, at kitchen	brown lentils and carrots, at kitchen	quorn mince and champignon sauce, with noodles, at kitchen	rice pan with tofu and vegetables, at kitchen	spaghetti Bolognese with soya mince, at kitchen	falafel with potatoes and yoghurt sauce with herbs, at kitchen	Bircher muesli, at kitchen
Location	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
InfrastructureProcess	0	0	0	0	0	0	0
Unit	p	p	p	p	p	p	p
IncludedProcesses	Included are ingredients and tap water, transport to supermarket, transport to household, packaging materials and their disposal, cooling and preparation processes such as cooking as well as wastes. Losses over the whole supply chain of the ingredients until the kitchen are considered. Not included are food wastes on the plate.	Included are ingredients and tap water, transport to supermarket, transport to household, packaging materials and their disposal, cooling and preparation processes such as cooking as well as wastes. Losses over the whole supply chain of the ingredients until the kitchen are considered. Not included are food wastes on the plate.	Included are ingredients and tap water, transport to supermarket, transport to household, packaging materials and their disposal, cooling and preparation processes such as cooking as well as wastes. Losses over the whole supply chain of the ingredients until the kitchen are considered. Not included are food wastes on the plate.	Included are ingredients and tap water, transport to supermarket, transport to household, packaging materials and their disposal, cooling and preparation processes such as cooking as well as wastes. Losses over the whole supply chain of the ingredients until the kitchen are considered. Not included are food wastes on the plate.	Included are ingredients and tap water, transport to supermarket, transport to household, packaging materials and their disposal, cooling and preparation processes such as cooking as well as wastes. Losses over the whole supply chain of the ingredients until the kitchen are considered. Not included are food wastes on the plate.	Included are ingredients and tap water, transport to supermarket, transport to household, packaging materials and their disposal, cooling and preparation processes such as cooking as well as wastes. Losses over the whole supply chain of the ingredients until the kitchen are considered. Not included are food wastes on the plate.	Included are ingredients and tap water, transport to supermarket, transport to household, packaging materials and their disposal, cooling and preparation processes such as cooking as well as wastes. Losses over the whole supply chain of the ingredients until the kitchen are considered. Not included are food wastes on the plate.
Amount	4	4	4	4	4	4	4
LocalName	Kichererbsengemüse mit Rosinen und Reis, ab Küche	Linsengericht mit Polenta, ab Küche	Quorn in Champignonsauce, mit Nudeln, ab Küche	Gemüse-Tofu-Reispfanne, ab Küche	Spaghetti Bolognese mit Sojahacktem, ab Küche	Falafel mit Kartoffeln und Joghurtsauce, ab Küche	Birchemuesli, ab Küche
Synonyms	0	0	0	0	0	0	0
GeneralComment	Refers to the preparation of 4 portions of chickpeas with raisins and rice at the kitchen.	Refers to the preparation of 4 portions of brown lentils and carrots at the kitchen.	Refers to the preparation of 4 portions of noodles with Quorn mince and champignon sauce at the kitchen.	Refers to the preparation of 4 portions of a rice pan with tofu and vegetables at the kitchen.	Refers to the preparation of 4 portions of spaghetti Bolognese with soya mince at the kitchen.	Refers to the preparation of 4 portions of falafel with potatoes and yoghurt sauce with herbs at the kitchen.	Refers to the preparation of 4 portions of Bircher muesli with soy milk at the kitchen.
InfrastructureIncluded	1	1	1	1	1	1	1
Category	private consumption	private consumption	private consumption	private consumption	private consumption	private consumption	private consumption
SubCategory	meal	meal	meal	meal	meal	meal	meal
LocalCategory	Privater Konsum	Privater Konsum	Privater Konsum	Privater Konsum	Privater Konsum	Privater Konsum	Privater Konsum
LocalSubCategory	Mahlzeit	Mahlzeit	Mahlzeit	Mahlzeit	Mahlzeit	Mahlzeit	Mahlzeit
Formula							
StatisticalClassification							
CASNumber							
StartDate	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015
EndDate	2015	2015	2015	2015	2015	2015	2015
DataValidForEntirePeriod	1	1	1	1	1	1	1
OtherPeriodText							
Text	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland	Switzerland
Text	Preparation of meals at home.	Preparation of meals at home.	Preparation of meals at home.	Preparation of meals at home.	Preparation of meals at home.	Preparation of meals at home.	Preparation of meals at home.
Percent							
ProductionVolume	not known	not known	not known	not known	not known	not known	not known
SamplingProcedure	Recipe prepared for the project	Recipe prepared for the project	Recipe prepared for the project	Recipe prepared for the project	Recipe prepared for the project	Recipe prepared for the project	Recipe prepared for the project
Extrapolations							
UncertaintyAdjustments	none	none	none	none	none	none	none
Details	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015	15.12.2015