



So schmeckt Zukunft. Ein kulinarischer Kompass für eine gesunde Ernährung

Methodenbericht

Der Bericht wurde erstellt von corsus - corporate sustainability GmbH im Auftrag von WWF Deutschland im Rahmen der Studien „So schmeckt die Zukunft: Ein kulinarischer Kompass für eine gesunde Ernährung“

Autor:innen:

Dr. Ulrike Eberle
Nico Mumm

unter Mitarbeit von Dr. Toni Meier (INL, Halle) und Louisa Lücking

corsus – corporate sustainability GmbH

friedensallee 27

D-22765 hamburg

fon +49(0)40-398084-76

fax +49(0)40-398084-79

www.corsus.de



Inhalt

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Einleitung | 4 |
| 2. | Ziel | 4 |
| 3. | Herangehensweise..... | 5 |
| 4. | Methode und Untersuchungsrahmen | 7 |
| 4.1 | Funktionelle Einheit | 7 |
| 4.2 | Systemgrenzen | 7 |
| 4.3 | Erfassungsbereiche | 9 |
| 4.4 | Ausgewertete Sachbilanzparameter und Wirkungskategorien | 9 |
| 4.4.1 | Sachbilanzparameter | 9 |
| 4.4.2 | Wirkungskategorien | 9 |
| 4.5 | Allokationsmethoden | 11 |
| 4.6 | Modellierung..... | 12 |
| 4.7 | Wirkungsabschätzung terrestrische Biodiversität | 14 |
| 5. | Der Warenkorb und Szenarien..... | 18 |
| 5.1 | Datenbasis für den Status Quo-Warenkorb | 18 |
| 5.2 | Datenbasis der Eat Lancet-Warenkörbe | 22 |
| 6. | Datenbasis entlang der Wertschöpfungskette | 29 |
| 6.1 | Die Konsumphase..... | 29 |
| 6.2 | Handel..... | 32 |
| 6.3 | Lebensmittelverarbeitung..... | 35 |
| 6.4 | Landwirtschaftliche Erzeugung | 37 |
| 6.4.1 | Anbau pflanzlicher Agrarprodukte | 37 |
| 6.4.2 | Tierhaltung | 40 |
| 7. | Allokationen | 43 |
| 8. | Literatur..... | 44 |
| 9. | Anhang | 47 |



Verwendete Begrifflichkeiten

| | |
|-----------------------|---|
| Lebensmittelkonsum: | Unter Lebensmittelkonsum werden die auf Ebene der Endkonsument:innen konsumierten Lebensmittel verstanden, die alle verzehrten und im Haushalt weggeworfenen Lebensmittel umfassen. |
| Lebensmittelverzehr: | Unter Lebensmittelverzehr werden alle auf Endkonsument:innenebene verzehrten Lebensmittel verstanden, also die eingekauften Lebensmittel abzüglich der im Haushalt entsorgten Lebensmittel. |
| Lebensmittelabfälle: | Als Lebensmittelabfälle werden die die auf Ebene des Endkonsums (Haushalte, Außer-Haus) nicht verzehrten sondern entsorgten Lebensmittel und Lebensmittelbestandteile bezeichnet. Eine Unterscheidung von vermeidbaren und unvermeidbaren Lebensmittelabfällen auf Konsumebene erfolgt nicht. |
| Lebensmittelverluste: | Als Lebensmittelverluste werden die Lebensmittel bezeichnet, die auf den Wertschöpfungsstufen Landwirtschaft, Lebensmittelverarbeitung und Handel entsorgt werden. Eingeschlossen sind explizit die Verluste, die in der Landwirtschaft entstehen, bspw. dadurch, dass Feldfrüchte nicht geerntet werden. Streng genommen sind diese Feldfrüchte noch keine Lebensmittel und werden daher häufig auch nicht als Lebensmittelverluste benannt. Aus Umweltperspektive sind sie jedoch dem Lebensmittelkonsum zuzurechnen. |
| Warenkorbprodukte: | Als Warenkorbprodukte werden die im Handel verkauften Lebensmittel bezeichnet. Beispiele: Backwaren, Milch, Nüsse, Bananen |
| Agrarprodukte: | Als Agrarprodukte werden die Produkte aus der pflanzlichen landwirtschaftlichen Erzeugung bezeichnet. Beispiele: Weizen, Äpfel, Datteln |



1. Einleitung

Unsere heutige Ernährung ist nicht nachhaltig: nicht aus ökologischer, nicht aus sozialer und nicht aus gesundheitlicher Sicht. Laut der Welthungerhilfe litt 2019 jeder 11. Mensch weltweit unter Hunger, gleichzeitig hat sich weltweit die Prävalenz von Fettleibigkeit seit 1975 fast verdreifacht (WHO 2018). Die Auswirkungen unserer Ernährung auf die Umwelt sind immens. Und alle vier bereits überschrittenen Belastungsgrenzen des Planeten - Klimawandel, Verlust von Biodiversität, Landnutzungsänderungen, der Fluss biogeochemischer Substanzen wie Phosphor und Stickstoff - werden stark durch Agrar- und Nahrungsmittelsysteme beeinflusst (Steffen et al. 2015, Campbell et al. 2017).

So werden etwa 25% der globalen Treibhausgase von der Landwirtschaft ausgestoßen (IPCC 2014). Auch der anthropogen bedingte Verlust von Biodiversität ist eng mit der Lebensmittelproduktion verbunden (Crist et al. 2017). (Intensive) Landwirtschaft ist oftmals z.B. mit Nährstoffübersorgung und einer Belastung von (Grund-) Wasser, Landnutzungsänderungen, Abholzungen, Monokulturen und einem intensiven Einsatz von Pestiziden verbunden. Merkmale, die sich negativ auf die Biodiversität auswirken (Newbold et al. 2016, Dudley und Alexander 2017).

Eine nachhaltige Produktion und ein nachhaltiger Konsum von Lebensmitteln sind daher ein wichtiger Baustein einer nachhaltigen Entwicklung (Reisch et al. 2013) und eine Transformation unserer Ernährungssysteme ist zum Erhalt von planetaren Belastungsgrenzen unerlässlich (Rockström et al. 2017, 2020). Vor diesem Hintergrund analysiert die vorliegende Studie die Umweltauswirkungen der Ernährung in Deutschland.

2. Ziel

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Umweltauswirkungen der Ernährung in Deutschland zu analysieren und aufzuzeigen, wie die Umweltauswirkungen durch eine Änderung der Ernährungsweise beeinflusst werden können (Status Quo).

Untersucht werden die folgenden Parameter:

- Klimawandel (ohne Emissionen aus Landnutzungsänderungen)
- Treibhausgas-Emissionen aus Landnutzung und Landnutzungsänderungen
- Wasserverbrauch und Wasserknappheit
- Flächennutzung
- Biodiversität

Um den Einfluss einer anderen Ernährungsweise aufzeigen zu können, werden neben dem Status Quo zusätzlich drei Szenarien betrachtet, welche nach Vorgaben der Eat Lancet Kommission (Willet et al. 2019) erstellt wurden:

- flexitarische Ernährung
- vegetarische Ernährung
- vegane Ernährung

Die Ergebnisse werden – soweit möglich – mit den Analysen, die der WWF Deutschland hierzu in den vergangenen Jahren bereits durchgeführt hat (WWF 2015), verglichen.

3. Herangehensweise

Die Herangehensweise orientiert sich an der Methodik, die bei Eberle & Fels (2016) und Jepsen et al. (2016) beschrieben ist. Ausgangspunkt der Betrachtung der Auswirkungen unserer Ernährungsgewohnheiten auf Umwelt und Klima ist der durchschnittliche, jährlich von einer Person in Deutschland konsumierte Lebensmittelwarenkorb. Dieser Warenkorb setzt sich aus den durchschnittlich in einem Jahr konsumierten verschiedenen Lebensmitteln zusammen. Der Lebensmittelkonsum umfasst alle auf Ebene der Endkonsument:innen konsumierten Lebensmittel, d.h. alle verzehrten und weggeworfenen Lebensmittel. Ausgehend von den im Warenkorb enthaltenen Lebensmitteln werden die Stoffströme zurück in den Ursprung bis hin zur landwirtschaftlichen Produktion verfolgt (Abbildung 1).

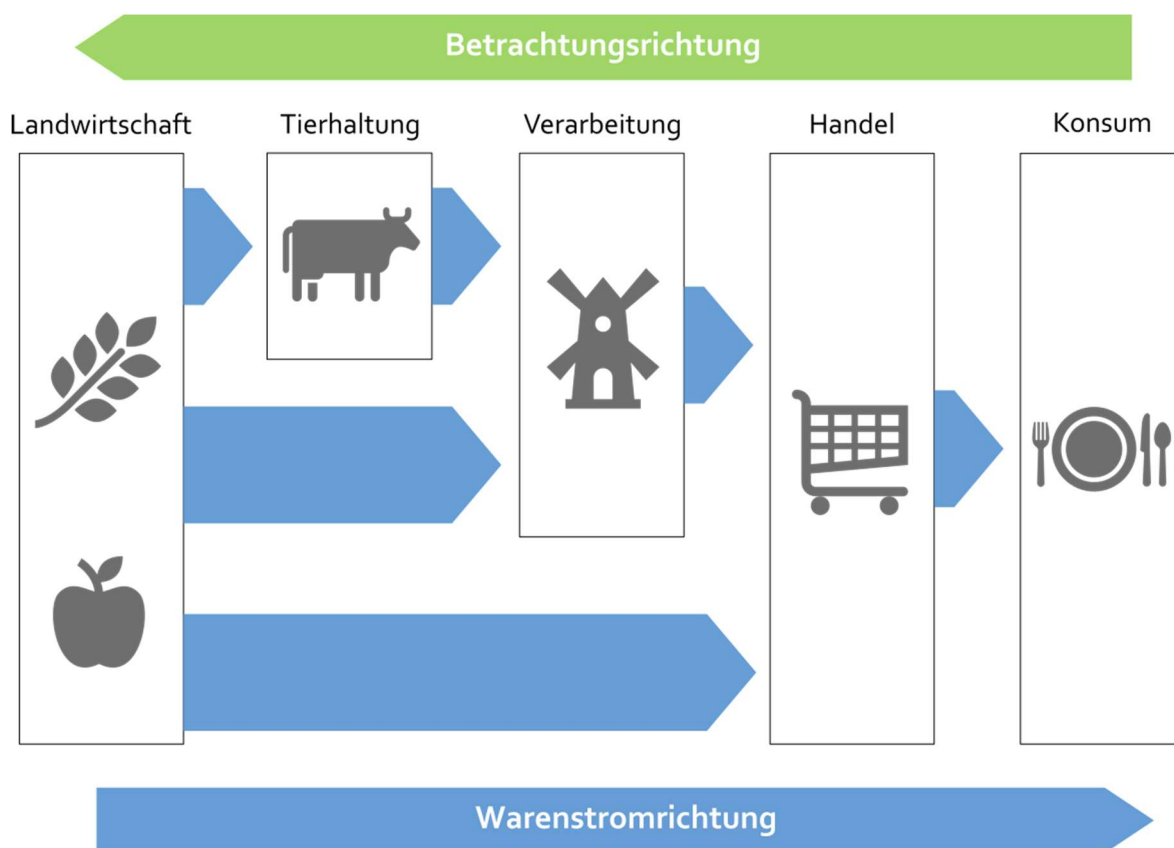


Abbildung 1: Herangehensweise bei der Berechnung der Umweltauswirkungen

Die verschiedenen Lebenswege der enthaltenen Lebensmittel sind unterschiedlich komplex: So ist es vergleichsweise einfach, den Lebensweg eines in Deutschland erzeugten und verzehrten oder weggeworfenen Apfels zurückzuverfolgen. Er wird i.d.R. über den deutschen Lebensmitteleinzelhandel verkauft, der ihn häufig über den Großhandel bezieht. Dorthin wiederum gelangt er ohne Verarbeitungsschritt direkt aus der Landwirtschaft (über Erzeugergenossenschaften oder von Einzellandwirt:innen). Zum Teil wird auch der Schritt über den Großhandel übersprungen.



Hier wäre also zunächst zu recherchieren, welche Menge an Äpfeln auf Endkonsument:innenebene konsumiert wird und welche Verluste entlang des Lebenswegs im Einzel- und Großhandel und in der Landwirtschaft entstehen. Hieraus lässt sich dann die Menge an Äpfeln kalkulieren, die erzeugt werden muss, um den Apfelkonsum zu decken. Um jedoch die Umweltauswirkungen hieraus bilanzieren zu können, muss man darüber hinaus noch wissen, wie der Apfel im Haushalt gelagert und zubereitet wird, wie der Weg zum Einkauf zurückgelegt wird und wie lang er ist, wie und über welche Entfernung der Apfel zum Handel transportiert wird und wie viel Energie im Handel für den Apfel verbraucht wird. Und nicht zuletzt muss bekannt sein, wie der Apfel in der Landwirtschaft angebaut wurde: Der Energieverbrauch, der Verbrauch an Wasser zur Bewässerung, die benötigte Fläche sowie die benötigten Düngemittel und eingesetzte Pestizide.

Doch nicht alle in Deutschland nachgefragten Äpfel werden in Deutschland angebaut. Ein Teil wird aus anderen Ländern bezogen. D.h. hier muss recherchiert werden, welche Menge aus welchem Land bezogen wird, wie die entsprechenden Umweltauswirkungen durch landwirtschaftliche Erzeugung in diesem Land sind und mit welchen Transportmitteln die Äpfel nach Deutschland transportiert werden.

Neben solchen vergleichsweise einfach strukturierten Lebenswegen insbesondere von pflanzlichen Lebensmitteln, gibt es jedoch auch wesentlich komplexere Produktlebenswege. Dies ist vor allem bei tierischen Lebensmitteln wie beispielsweise bei der Erzeugung von Käse oder Fleisch der Fall. Hier sind immer noch mindestens zwei weitere Verarbeitungsschritte enthalten, nämlich die Tierhaltung und die Produktverarbeitung, z. B. Milchverarbeitung oder Fleischverarbeitung. Für die Tierhaltung wird Futter benötigt, das angebaut werden muss (z. B. Gras, Getreide, Soja) und zum Teil auch weitere Verarbeitungsschritte erfordert (z. B. die Herstellung von Sojaextraktionsschrot aus Sojabohnen). Zudem muss berücksichtigt werden, dass bei manchen dieser Produkte auch Koppelprodukte anfallen. So geben Milchkühe nur dann Milch, wenn sie mindestens einmal gekalbt haben. Dies muss in der Bilanzierung ebenfalls abgebildet werden. An dieser Stelle ist eine Zuordnung der Umweltauswirkungen auf die Koppelprodukte notwendig, eine sog. Allokation.

Des Weiteren ist es so, dass sich die Länder aus denen Lebensmittel nach Deutschland importiert werden, von einem auf das andere Jahr verändern können, beispielsweise weil die Erträge ausbleiben aufgrund von Klima- und Wettereinflüssen und sich dadurch verändernden Preisen. Hierdurch können „Ausreißer“ in den daraus resultierenden Umweltauswirkungen entstehen, bspw. weil Produkte von sehr weit her importiert werden. Um solche Schwankungen auszugleichen, wurden immer Dreijahresmittel der statistischen Daten gebildet und der Analyse zugrunde gelegt.



4. Methode und Untersuchungsrahmen

Zur Analyse der Umweltauswirkungen der Ernährung in Deutschland wurde eine Ökobilanz nach ISO 14040/44 für ausgewählte Wirkungskategorien und Sachbilanzparameter durchgeführt.

Im Folgenden wird der Untersuchungsrahmen beschrieben.

4.1 Funktionelle Einheit

Basis für die Analyse ist der durchschnittliche Nahrungsmittelkonsum in Deutschland in einem Jahr – der deutsche Lebensmittelwarenkorb. Der Lebensmittelwarenkorb beinhaltet alle Lebensmittel, die auf Ebene der Endkonsument:innen konsumiert werden. Er beinhaltet sowohl die verzehrten Nahrungsmittel als auch die anfallenden Lebensmittelabfälle.

Der durchschnittliche Lebensmittelwarenkorb eines Jahres pro Person wird für die Untersuchung als funktionelle Einheit zugrunde gelegt.

4.2 Systemgrenzen

Die Systemgrenzen beschreiben, welche Prozesse in die Untersuchung einbezogen werden (innerhalb der Systemgrenzen) und welche Prozesse keine Berücksichtigung finden (außerhalb der Systemgrenzen).

Das untersuchte System umfasst den Anbau der landwirtschaftlichen Erzeugnisse bis zum Konsum und wird in der Studie in fünf Phasen unterteilt (Abbildung 2):

- **Phase 1: Anbau**

Dies umfasst den Anbau pflanzlicher Agrarprodukte für den Lebensmittelkonsum, einschließlich der hierfür benötigten Betriebsmittel (Düngemittel, Wasser etc.), Energie und Fläche. Es werden anfallende Transporte sowie die auf dieser Stufe anfallenden Lebensmittelverluste und direkten Emissionen betrachtet.

- **Phase 2: Tierhaltung**

Dies umfasst den Futtermittelverbrauch, die benötigte Energie und die anfallenden Transporte ebenso wie die auf dieser Stufe anfallenden Lebensmittelverluste und direkten Emissionen.

- **Phase 3: Verarbeitung**

Dies umfasst die Verarbeitung der Lebensmittel inkl. der benötigten Energie und der anfallenden Transporte ebenso wie die auf dieser Stufe anfallenden Lebensmittelverluste.

- **Phase 4: Handel**

Dies umfasst den Lebensmittelgroß- und Einzelhandel, einschließlich der benötigten Energie, des Kältemittelverbrauchs und der anfallenden Transporte sowie der auf dieser Stufe anfallenden Lebensmittelverluste.

- **Phase 5: Konsum**

Dies umfasst die Einkaufsfahrten, die benötigte Energie für Lagerung und Zubereitung der Lebensmittel, die Reinigung des Koch- und Essgeschirrs sowie die auf dieser Stufe anfallenden Lebensmittelabfälle.

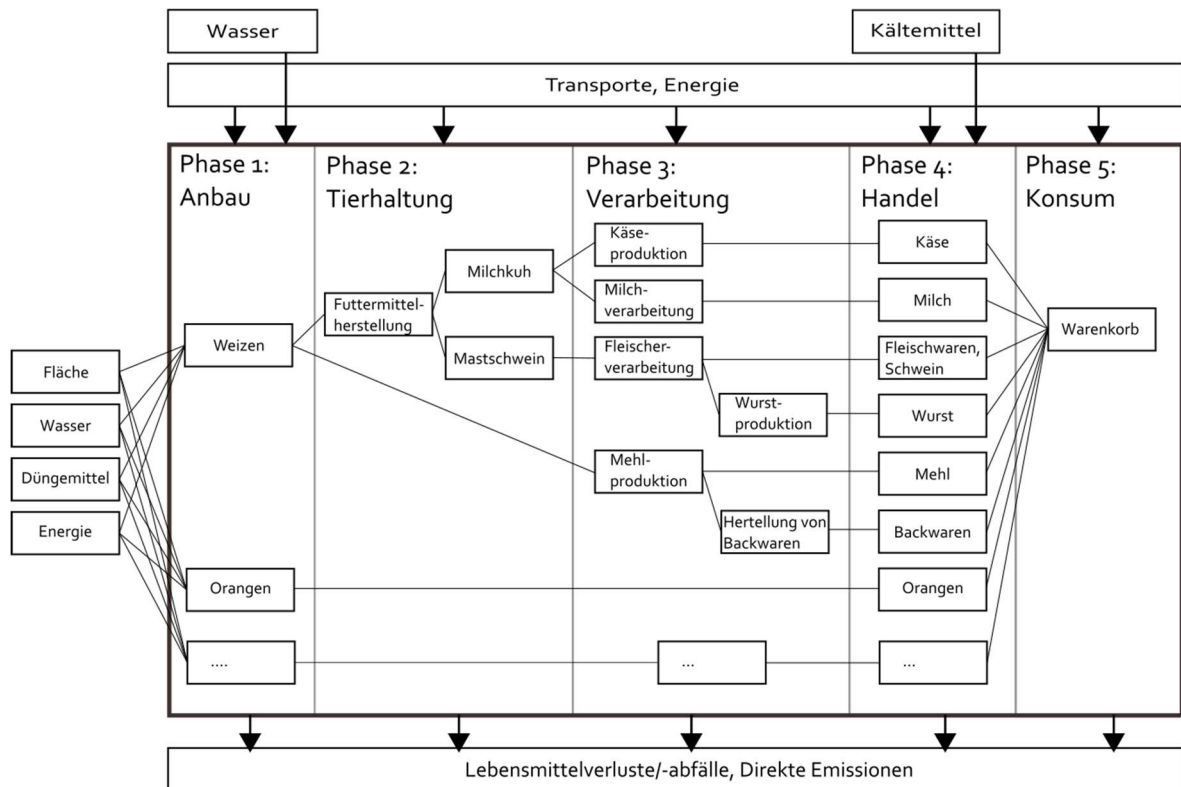


Abbildung 2: Systemgrenzen der Untersuchung (dargestellt anhand von Beispielprodukten: Weizen, Milch- und Fleischprodukte, Orangen)

Abbildung 2 zeigt beispielhaft die verschiedenen Prozesse, die innerhalb der Systemgrenzen liegen, für die Ausgangsprodukte Weizen und Orangen auf:

- Der in Phase 1 erzeugte Weizen wird auf mehreren Wegen weiterverarbeitet. Er wird als Futtermittel in der Tierhaltung (Phase 2) eingesetzt oder zu Mehl weiterverarbeitet (Phase 3) mit jeweils daraus folgenden unterschiedlichen weiteren Verarbeitungsprozessen.
- Orangen werden hingegen ohne weitere Verarbeitungsschritte direkt an den Lebensmittelhandel geliefert.

Außerhalb der Systemgrenzen liegen

- die Entsorgung bzw. Weiterverwertung der in den unterschiedlichen Phasen anfallenden Lebensmittelverluste und -abfälle;
- Verwendung von Pestiziden;
- Wasserverbrauch in der Tierhaltung, in der Verarbeitung, im Lebensmittelhandel (Reinigung) und im Haushalt (Abwasch, Kochwasser)
- Flächenbelegung durch nicht landwirtschaftliche Prozesse (Industrie, Handel, etc.)
- Lebensmittelverpackungen (Produktverpackungen und Umverpackungen).



4.3 Erfassungsbereiche

Der zeitliche Erfassungsbereich sind die Jahre 2015-2017. Dieser Erfassungsbereich wurde gewählt, um Schwankungen in der Zusammensetzung des Lebensmittelwarenkorb und insbesondere auf Ebene der jeweiligen Vorketten zu nivellieren. Wenn Daten auf anderen Jahren beruhen oder älter sind, wird dies ausgewiesen.

Der geographische Erfassungsbereich für den Warenkorb ist Deutschland. Für die Vorketten (Anbau und Tierhaltung) werden die jeweiligen länderspezifischen Gegebenheiten berücksichtigt. Alle weiterführenden Prozesse, wie Verarbeitung, Handel und Konsum beziehen sich auf die Situation in Deutschland.

Der technische Erfassungsbereich bildet den Status Quo der Bezugsjahre ab.

4.4 Ausgewertete Sachbilanzparameter und Wirkungskategorien

Im Rahmen der Studie werden entsprechend dem Ziel der Untersuchung drei Sachbilanzparameter und drei Wirkungskategorien ausgewertet.

4.4.1 Sachbilanzparameter

Wasserverbrauch

Als Wasserverbrauch wird der Anteil an der Süßwassernutzung definiert, der das Wasser nicht demselben Ursprung wieder zuführt – also das System verlässt und so an dieser Stelle zu einem „Verbrauch“ führt. Diese Unterscheidung ist wesentlich für die Betrachtung der Wasserknappheit). Dieser Wasserverbrauch entspricht weitgehend der Angabe der Nutzung von sogenanntem „blauen“ Wasser bei Mekonnen und Hoekstra (2010). Es beschreibt das zur Bewässerung genutzte Wasser in der Landwirtschaft, im Unterschied zum „grünen“ Wasser, das das Wasser aus Niederschlägen beschreibt. Der Wasserverbrauch wird spezifisch für Pflanzenkulturen und Länder aufgeführt.

Die Wassernutzung in Aquakulturen ist i.d.R. kein Wasserverbrauch im Sinne der obigen Definition, da das genutzte Wasser demselben System wieder zugeführt wird, ggfs. in anderer Wasserqualität.

Flächennutzung

Als Flächennutzung wird die Nutzung einer Fläche über einen definierten Zeitraum bezeichnet. Die Art der Nutzung kann sich dabei stark unterscheiden: von Ackerbau und Bergbau, über Straßen bis zu Wohnflächen. In dieser Studie bezieht sich Flächennutzung ausschließlich auf die landwirtschaftliche Nutzung von Flächen (Weideland und Ackerland). Die Flächennutzung wird spezifisch für Länder und die erzeugten Agrarprodukte aufgeführt. Die Flächennutzung ist eine entscheidende Sachbilanzgröße für viele Umweltwirkungskategorien wie Bodenqualität und Biodiversität und daher ein guter Indikator (Meier et al. 2014).

4.4.2 Wirkungskategorien

Bei der Wirkungsabschätzung werden die Ergebnisse der Sachbilanz den entsprechenden Umweltwirkungskategorien zugeordnet und ihre potenzielle Umweltwirkung wird abgeschätzt. Um das Umweltwirkungspotenzial zu berechnen, werden die einzelnen Inputs oder Outputs in Relation zu einer Leitsubstanz charakterisiert.

Die Abschätzung potenzieller Umweltauswirkungen erfolgt im Rahmen der Studie für die Wirkungskategorien Klimawandel, Emissionen aus Landnutzungsänderungen und Wasserknappheit.



Klimawandel

In der Wirkungskategorie Klimawandel wird der Effekt der von Menschen verursachten Treibhausgasemissionen auf die Verstärkung des Strahlungsantriebs durch absorbierte Infrarotstrahlung in der Atmosphäre erfasst. Diese Verstärkung des Strahlungsantriebs führt zu einem Anstieg der Temperatur auf der Erde, der gemeinhin als Treibhauseffekt bezeichnet wird.

Der Treibhauseffekt wird durch den Indikator Treibhauspotenzial beschrieben. Das Treibhauspotenzial drückt den Beitrag der anthropogenen Emissionen zum Treibhauseffekt aus. Es wird als sogenanntes CO₂-Äquivalent angegeben. In der vorliegenden Ökobilanz wird das Treibhauspotenzial für einen Zeithorizont von 100 Jahren betrachtet.

Verschiedene Gase haben eine Treibhauswirkung. Erfasst werden die sogenannten Kyoto-Gase (Kohlendioxid, Methan, Lachgas, fluorierte und perfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFCs, PFCs), Schwefelhexafluorid) und Stickstofftrifluorid. Die sogenannte Treibhauswirkung dieser Gase ist sehr unterschiedlich. Die unterschiedlichen Gase werden daher hinsichtlich ihres spezifischen Treibhauspotenzials in Relation zu Kohlendioxid charakterisiert, die einzelnen Beiträge werden dann zum Gesamttreibhauspotenzial aggregiert.

Als Beispiel: In einem Zeitraum von 100 Jahren entfaltet Distickstoffmonoxid eine 265-fach höhere Schadwirkung als Kohlendioxid. Daher entsprechen beispielsweise ein Kilogramm Kohlendioxid plus ein Kilogramm Distickstoffmonoxid umgerechnet einem Äquivalent von 266 Kilogramm Kohlendioxid (1 plus 265), formal ausgedrückt: 266 kg CO₂-Äquivalent oder 266 kg CO₂e. Die Verstärkung des Strahlungsantriebs wird über das Charakterisierungsmodell des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013) ermittelt.

Über die Wirkungskategorie Klimawandel und deren naturwissenschaftliche Methode der Quantifizierung besteht in der Wissenschaft weitgehend Einigkeit. Es handelt sich um eine Wirkungskategorie mit globaler Wirkung. Das bedeutet, dass es unerheblich ist, wo und in welcher Konzentration die Treibhausgasemissionen entstehen, sie wirken global auf die Atmosphäre ein. Darüber hinaus handelt es sich um die Wirkungskategorie, für die bisher die umfangreichsten und zuverlässigsten Informationen erfasst sind. Durch all diese Umstände kann die Wirkungskategorie Klimawandel als sehr objektiv eingeordnet werden, was insgesamt die Belastbarkeit der Ergebnisse unterstützt.

Treibhausgas-Emissionen aus Landnutzungsänderungen

Die Berechnung der Treibhausgas-Emissionen aus direkten Landnutzungsänderungen (dLUC) erfolgt auf Basis des „Direct land use change assessment tools“ von Blonk Consultants (2014). Dieses kalkuliert länderspezifisch auf Basis statistisch erfasster Erntemengen und dafür benötigter Anbauflächen, inwieweit im Betrachtungszeitraum 1990-2010 eine Flächenexpansion (zu Lasten von anderen Flächentypen) bei entsprechenden Kulturarten erfolgte. Auf dieser Basis kann ermittelt werden, wie bspw. der zunehmende Anbau von Weintrauben in Peru zu einer Umwandlung von anderweitig genutzter Fläche (in dem Fall Waldfläche) führte. Da Flächenumbrüche von Wald zu Dauerkulturen, Weide oder Acker mit gravierenden Veränderungen des ober- und unterirdischen Kohlenstoffgehaltes einhergehen, führen diese zu entsprechenden CO₂-Emissionen, die hier produkt- und länderspezifisch berücksichtigt wurden.



Wasserknappheit

Wasser ist regional sehr unterschiedlich verteilt. Die reine Angabe der genutzten Wassermenge erlaubt jedoch keine Aussage über die mit dem Wasserverbrauch verbundenen Umweltauswirkungen. Als Wasserverbrauch wird die Menge Wasser bezeichnet, die das System verlässt und nicht derselben Wasserquelle wieder zugeführt wird. Zum Beispiel wird bei der Kühlung eines Kraftwerks mittels Flusswassers ein Teil des Wassers in den Fluss zurückgeführt, während ein Teil verdunstet. Der verdunstete Teil verlässt somit das regionale System. Daher ist es wesentlich, hier die lokalen Gegebenheiten zu berücksichtigen und insbesondere die Wasserverfügbarkeit zu betrachten.

In der hier vorliegenden Ökobilanz wird die Umweltauswirkung des Wasserverbrauchs mit der Wirkungsabschätzungsmethode AWARE (Boulay et al. 2017) betrachtet. Bei der Berechnung der Wasserknappheit anhand der AWARE-Methode wird das verbrauchte Wasser mit regional spezifischen Faktoren gewichtet (Charakterisierungsfaktoren ähnlich wie beim Treibhauspotenzial). Dabei wird der Charakterisierungsfaktor über das Verhältnis von vorhandenem zu gebrauchtetem Wasser bestimmt. Der Wasserbedarf ergibt sich dabei aus dem anthropogenen Wasserverbrauch und dem Wasserbedarf der Natur. Der Indikator „Knappheitsgewichteter Wasserverbrauch“ in m³ Weltäquivalent gibt dabei an, wie hoch das Potenzial ist, anderen Nutzern des Wasserspeichers Wasser zu entziehen.

In dieser Studie wurde der Wasserverbrauch landwirtschaftlicher Prozesse betrachtet. Dazu wurden AWARE-Charakterisierungsfaktoren aus Boulay et al. (2019) verwendet, die spezifisch für einige Kulturpflanzen und dazugehörige Anbauländer vorliegen.

Terrestrische Biodiversität

Biodiversität oder auch biologische Vielfalt beschreibt die Vielfalt von Leben auf der Erde. Der Schutz und Erhalt der Biodiversität sind in den Nachhaltigkeitszielen der Agenda 2030 der United Nations (SDGs) fest verankert. Der Verlust von Biodiversität zählt heute bereits zu einer der vier überschrittenen planetaren Belastungsgrenzen und Studien prognostizieren, dass der durch die Lebensmittelproduktion bedingte anthropogene Verlust von Biodiversität mit wachsender Weltbevölkerung zunehmen wird (Crist et al. 2017).

In der Ökobilanz sind erst in den letzten Jahren Methoden entwickelt worden, um Auswirkungen von Produkten und Dienstleistungen auf terrestrische Biodiversität abschätzen zu können. In der vorliegenden Studie wird die Wirkungsabschätzungsmethode von Lindner et al. (2019) zugrunde gelegt. Diese Methode berechnet die Qualitätsdifferenz in Bezug auf terrestrische Biodiversität der für die Erzeugung der Lebensmittel genutzten Flächen im Vergleich zu einem Referenzwert.

4.5 Allokationsmethoden

Allokationen sind notwendig, wenn Umweltauswirkungen mehr als einem Produkt zugeordnet werden müssen und keine Systemerweiterung vorgenommen werden soll.

Beispielsweise gibt eine Milchkuh nicht nur Milch, sondern auch ihr Fleisch, ihre Knochen, das Horn, das Blut sowie die Haut (Leder) werden nach der Schlachtung genutzt. Zudem muss eine Milchkuh, um Milch zu geben, von Zeit zu Zeit kalben. Während des Lebens fallen außerdem Gülle und Mist an. Hier ist es notwendig, z. B. die aus der Futtermittelerzeugung angefallenen Umweltauswirkungen den verschiedenen Produkten – in diesem Beispiel Milch, Fleisch, Kalb, Gülle – zuzuordnen.

Zur Allokation stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung, z. B. die ökonomische Allokation oder die Allokation nach physikalischen Faktoren wie Masse oder Energie.



In dieser Studie wurde grundsätzlich die Masseallokation verwendet. Eine Besonderheit stellt die Allokation nach Trockenmassegehalt für Milchprodukte dar. Hierbei wird auf Basis des Trockenmassegehalts des Produktes alloziert. Dies führt beispielsweise zu einer höheren Umweltlast für ein Kilogramm Käse, gegenüber einem Kilogramm Joghurt. Diese Allokationsmethode folgt den Empfehlungen der Product Environmental Footprint Category Rules (PEFCR) für Milchprodukte der Europäischen Kommission (Eda 2018)

Eine Ausnahme von der generellen Allokationsregel nach Masse stellt die vorgenommene ökonomische Allokation bei der Zuordnung der Umweltlast der verschiedenen Produkte einer Milchkuh dar. Hier werden die Umweltauswirkungen entsprechend des Marktwertes auf Milch, Fleisch und Kalb aufgeteilt.

Alle in diesem Modell angewandten Allokationen sind im Kapitel 7 dokumentiert.

4.6 Modellierung

Die Modellierung der Ökobilanz erfolgte mit der Software Umberto LCA+ Version 10.

Bei der Modellierung eines so komplexen Systems mussten jedoch Vereinfachungen und Annahmen getroffen werden, insbesondere aufgrund der teilweise nicht vorhandenen Stoffstrom- und/oder Umweltdaten:

- Es wird angenommen, dass alle Importe mit Ausnahmen von Futtermitteln auf Ebene der Lebensmittelverarbeitung erfolgen und somit alle in Deutschland verzehrten, verarbeiteten Lebensmittel wie Zucker, Brot oder Käse im Modell in Deutschland verarbeitet werden.

Diese Vereinfachung wird vorgenommen, da zum einen keine umweltbezogenen Daten für die Lebensmittelverarbeitung in den nach Deutschland exportierenden Ländern vorliegen und zum anderen die Statistiken die Importe nicht nach Produkt, Mengen und Lebenswegstufe aufschlüsseln.² Zudem stiege die Komplexität der Modellierung, da die Wertschöpfungsstufen Lebensmittelverarbeitung und teilweise auch Handel für jedes nach Deutschland exportierende Land modelliert werden müssten.

Hierdurch ergeben sich folgende Fehler:

- Die Umweltbelastungen von Transporten werden ggf. entlang des Lebenswegs nach „vorne“ – also in Richtung der Landwirtschaft – verschoben. Hierdurch werden der Landwirtschaft (Phase 1 und Phase 2) ggf. zu hohe Umweltbelastungen zugeschrieben. Dies betrifft die entstehenden Treibhausgasemissionen. Auch werden hierdurch die Umweltbelastungen insgesamt etwas zu hoch abgeschätzt, da dann bspw. Zuckerrüben anstelle des leichteren Zuckers, der geringere Transportemissionen verursachen würde, von Frankreich nach Deutschland transportiert werden. Andererseits sind Unterschätzungen möglich, da in Deutschland produzierte, jedoch im Ausland verarbeitete und dann reimportierte Lebensmittel lediglich so modelliert wurden, als wären diese in Deutschland verarbeitet. Die durch Export und Re-Import anfallenden Transportemissionen wurden demnach nicht berücksichtigt.
- Die Umweltbelastungen in der Lebensmittelverarbeitung werden auf Basis deutscher Verbrauchsdaten abgeschätzt. Diese Daten können – sowohl nach oben als auch nach unten – von den Verbrauchsdaten in anderen Ländern abweichen. Zudem werden deutsche Verhältnisse für die Bilanzierung der Energieerzeugung (deutscher Strom-Mix) der Lebensmittelverarbeitung

zugrunde gelegt. Auch dies kann Unterschiede in den daraus resultierenden Umweltbelastungen – sowohl nach oben als auch nach unten – hervorrufen.

- Eine weitere Vereinfachung ist, dass bei den Anteilen der jeweiligen Importländer nur die Importländer berücksichtigt werden, die in Summe mindestens drei Viertel der Importe für das jeweilige Produkt ausmachen. Die jeweiligen Anteile der Hauptimporteure an den Importen des betreffenden Produkts wurden dann auf 100 Prozent extrapoliert.

Grundsätzlich kann aus dieser Annahme ein Fehler resultieren, wenn bspw. die Umweltbelastungen eines nicht abgebildeten Importlands überproportional hoch oder niedrig liegen. Insgesamt kann jedoch davon ausgegangen werden, dass der aus dieser Annahme resultierende Fehler vernachlässigbar ist.

- Dieselbe Herangehensweise wurde bei der Bilanzierung von Lebensmittelgruppen gewählt. Auch hier wurden – wenn in den konsultierten Umweltdatenbanken keine produktspezifischen Daten vorhanden waren – die jeweiligen Anteile der Hauptprodukte, die zusammen mehr als drei Viertel des Verzehrs der Produktgruppe ausmachen, auf 100 Prozent extrapoliert. Dies ist z. B. bei Zitrusfrüchten der Fall, die als Orangen abgebildet werden.

Aus dieser Annahme kann ein Fehler resultieren, wenn bspw. die Umweltauswirkungen eines nicht berücksichtigten Produkts der Produktgruppe überproportional hoch oder niedrig liegen. Insgesamt wird der aus dieser Annahme resultierende Fehler jedoch gering sein.

- Es wird angenommen, dass die Erzeugung der Futtermittelkomponenten auch in anderen Ländern so erfolgt wie in Deutschland. Diese Vereinfachung musste insbesondere aufgrund der Tatsache erfolgen, dass die Importdaten für die betreffenden Länder für die Futtermittelkomponenten im Rahmen des Projekts nicht recherchiert werden konnten. Die Zusammensetzung des jeweiligen Futtermittels (z.B. Anteil Weizen, Anteil Sojaschrot) wurde jedoch entsprechend der länder- und tierartspezifischen Angaben modelliert.

Hieraus ergeben sich folgende Fehler:

- Die Umweltauswirkungen können für alle betrachteten Wirkungsindikatoren und Sachbilanzparameter aufgrund höherer oder niedrigerer Produktivität für die Futtermittelproduktion in dem betreffenden Land zu hoch oder zu niedrig liegen. Aufgrund der verwendeten Daten ist jedoch davon auszugehen, dass sich in der Gesamtsumme beide Effekte gegenseitig aufheben und es somit zu keiner systematischen Überschätzung kommt.
- Die Länder-Zuordnung des Wasserverbrauchs und der Flächenbelegung für tierische Produkte erfolgt an dieser Stelle nicht. Der Anteil Deutschlands wird durch diese Vereinfachung überschätzt.
- In der Geflügelfleischproduktion wird der Anteil von Fleisch aus der Legehennenhaltung (Suppenhühner) vernachlässigt. Hierdurch werden die Umweltbelastungen von Geflügelfleisch leicht überschätzt.
- Weiterhin wird angenommen, dass alle Importe von Produkten aus Übersee per Schiff erfolgen. Diese Vereinfachung wird vorgenommen, da der Anteil flugtransportierter Ware bei Lebensmitteln gering ist. Laut Keller (2010) wurden 2008 fast 52.000 Tonnen Lebensmittel per Flugzeug importiert. Bezogen auf alle in Deutschland konsumierten Lebensmittel ergibt sich daraus ein Anteil von

0,12%. Der aus dieser Vereinfachung resultierende Fehler wird daher als gering eingeschätzt. Gleichwohl werden dadurch einzelnen Lebensmitteln – insbesondere Fisch – etwas geringere Umweltbelastungen zugewiesen.

- Zudem werden alle Lebensmittel auf Basis konventioneller Erzeugung in der Landwirtschaft modelliert, kontrolliert biologischer Anbau (kbA) wird im Modell nicht berücksichtigt. 2018 hat die Produktion von Biolebensmitteln aus kontrolliert biologischem Anbau einen Anteil von 7,3 % an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland (BLE 2012). Die Anteile variieren bei einzelnen Produktgruppen. Diese Vereinfachung wurde vor allem vorgenommen, weil nicht für alle Lebensmittel Verzehrs- und Importdaten für Bioprodukte vorliegen und auch die Umweltdaten für Bioprodukte nicht durchgängig in der genutzten Datenbank vorhanden sind bzw. teilweise schon älter sind. Fehler ergeben sich dadurch insbesondere auf der landwirtschaftlichen Ebene, da Verarbeitung und Vertrieb weitgehend identisch sind bzw. keine spezifischen Daten für die Bioproduktion vorhanden sind. Der sich daraus ergebende Fehler kann jedoch aufgrund des nicht sehr hohen Anteils an Bioprodukten im Lebensmittelwarenkorb und der Tatsache, dass die landwirtschaftliche Erzeugung von Biolebensmitteln ebenfalls mit Umweltauswirkungen verbunden ist, als nicht sehr hoch eingestuft werden.
- Zudem wurde angenommen, dass Haushalte ihre Lebensmittel im Supermarkt einkaufen. Einkäufe auf Wochenmärkten oder direkt ab Hof wurden nicht berücksichtigt.
- Bei der Betrachtung von Importen fällt auf, dass einige Länder, vor allem Belgien und die Niederlande aufgrund der großen Häfen in Antwerpen und Rotterdam, Produkte nach Deutschland exportieren, die sie nicht selbst oder nur geringfügig produzieren können aufgrund der klimatischen Bedingungen (z. B. Kakao). Da die Länder meist auch einen Eigenbedarf an diesen Produkten haben, ist die Importmenge größer als die Exportmenge. In solchen Fällen wurde, zur Modellierung vereinfachend angenommen, dass alle Exporte zu 100 % Teil der Importe sind. Dies führt zu einer leichten Überschätzung der Umweltlasten durch erweiterte Transportstrecken. Außerdem entsteht hierdurch eine leichte Verzerrung der landwirtschaftlichen Auswirkungen.
- Im Rahmen dieser Studie werden unverarbeitete und verarbeitete Produkte betrachtet. Nicht betrachtet wird jedoch der Konsum von Fertigprodukten wie Pizza, Konserven- oder Tiefkühlgerichten. Hierdurch wird die benötigte Energie zur Herstellung der Produkte (Vorkochen, Vorbacken, etc.) nicht betrachtet, was in einer Unterschätzung des Energieverbrauchs auf Ebene der Verarbeitung (Phase 3) resultiert.

4.7 Wirkungsabschätzung terrestrische Biodiversität

Um die Auswirkungen auf die terrestrische Biodiversität zu ermitteln, wird die Flächenzeit (benötigte Fläche multipliziert mit der Nutzungsdauer) mit einem Charakterisierungsfaktor verknüpft. Der Charakterisierungsfaktor setzt sich zusammen aus einem landnutzungsspezifischen Biodiversitätswert (BV_{LU}) und dem Ecoregion-Faktor (EF). BV_{LU} gibt an, wie groß die Differenz des Biodiversitätspotenzials einer Landnutzung gegenüber einem Referenzwert ist. Der lokale Biodiversitätswert wird hierbei über den Grad der Natürlichkeit quantifiziert, die in der Methode über unterschiedliche Stufen der Hemerobie



(Veränderung der Natur durch den Menschen) beschrieben wird. Hierbei ist die Art der Flächennutzung (Forst, Acker, Bergbau, Ressourcenabbau) entscheidend. Die ermittelten lokalen Auswirkungen werden dann über Ecoregion-Faktoren in einen globalen Kontext gesetzt, wodurch unterschiedliche Ökosysteme und deren ökologischer Wert in Relation zueinander gesetzt werden. Der Indikator der Wirkungskategorie wird als Biodiversitätsdifferenz (englisch: Biodiversity Value Increment - BVI) mal Fläche und Zeit ($BVI * m^2 * a$) angegeben. Die Formel zur Berechnung lautet:

$$BV_{glo} = (1 - BV_{LU}) * EF * Flächzeit$$

Im Folgenden werden die einzelnen Parameter und die Methode hinter deren Zuweisung beschrieben.

Hemerobiestufen

Das Konzept der Hemerobie beschreibt die anthropogen bedingten Veränderungen eines natürlichen Ökosystems. Nach Fehrenbach et al. (2015) lassen sich Hemerobiestufen entsprechend der Landnutzungsklassen definieren. Die Landnutzungsklassen wurden im Rahmen dieser Studie entsprechend der Hemerobiestufen aus Fehrenbach et al. (2015) und mit Anpassungen nach Lindner et al. (2020) zugeordnet. Hierbei bedeutet Hemerobiestufe 2 eine große Naturnähe, wohingegen Hemerobiestufe 7 die maximale Naturferne beschreibt.

Tabelle 1: Zuordnung des lokalen Biodiversitätswertes entsprechend der Hemerobie und Landnutzungsklassen

| Hemerobie-stufe | Landnutzungsklassen | | | | BV _{LU} |
|-------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| | Forst/Wald | Grünland/Savanne | Ackerland | Ressourcen-Abbau | |
| 1 – natürlich | Urwald oder nicht mehr genutzt | / | / | / | 1,000 |
| 2 – naturnah | Sehr naturnahe Forstwirtschaft | Naturnahes Grasland | / | / | 0,983 |
| 3 – teilweise naturnah | Extensive Forstwirtschaft | Extensiv genutztes Grünland | Hochdiverse Agroforstsysteme | / | 0,950 |
| 4 – semi-natürlich | Mittelintensive Forstwirtschaft | Mittelintensiv genutztes Grünland | Extensive Landwirtschaft | / | 0,884 |
| 5 – teilweise naturfern | Intensive Forstwirtschaft | Intensiv genutztes Grünland | Mittelintensive Landwirtschaft | Hohe Strukturdiversität | 0,754 |
| 6 – naturfern | / | / | Intensive Landwirtschaft | Niedrige Strukturdiversität | 0,500 |
| 7- künstlich | / | / | / | Versiegelte oder devastierte Fläche | 0,000 |



Ein nicht von Menschen genutzter Urwald wird beispielsweise der minimalen Hemerobiestufe 1 zugeordnet, ein Parkplatz der maximalen Hemerobiestufe 7. Agrar- und forstwirtschaftliche Flächennutzungen ordnen sich entsprechend des Nutzungsgrades dazwischen ein. Jede Nutzungsart wird dabei auf einem festgeschriebenen Intervall eingeteilt: Ackerflächen liegen beispielsweise auf einem Intervall zwischen 3 bis 6 und können damit selbst bei extensiver Nutzung nicht als natürliches Ökosystem angesehen werden. Forstwirtschaftliche Prozesse reichen von 1 bis 5. Selbst ein intensiv bewirtschafteter Wald bietet mehr Möglichkeiten für biologische Vielfalt als beispielsweise der Anbau von Tomaten in Gewächshäusern.

Da der Anteil von ökologisch nachhaltiger Agrar- und Forstwirtschaft global sehr gering ist, wurde im Rahmen dieser Studie ausschließlich von einer intensiven Nutzung ausgegangen. Die gewählten Hemerobiestufen sind in [Tabelle 1](#) farblich markiert.

Flächen zum Ressourcenabbau, Gebäude oder Verkehrswege wurden nicht berücksichtigt.

Ecoregion-Faktoren

Der zweite Parameter des Charakterisierungsfaktors der Methode ist die Einteilung der lokalen Auswirkungen auf die biologische Vielfalt in eine globale Skala – der Ecoregion-Faktor. Der WWF definiert über 800 terrestrische Ecoregions³, die anhand von Einflussfaktoren wie Klima, Geologie und historischer Artenentwicklung definiert wurden. Sie lassen sich 14 Biomen zuordnen, die acht biogeographischen Gebieten zugeordnet sind. Jeder Ecoregion wird nach Lindner et al (2019) ein Wert zugeordnet. Der Wert beinhaltet die Beurteilung anhand von Parametern wie Anteil an Feuchtgebieten, Wald, straßenfreien Arealen und der globalen Aussterbewahrscheinlichkeit und beschreibt den ökologischen Wert des Gebiets.

Ecoregions sind geographisch nicht an Ländergrenzen orientiert. Es kommen dementsprechend oft mehrere Ecoregions in einem Land vor. In der vorliegenden Studie wurde die Flächennutzung zum Anbau von Agrarprodukten aufgrund der Datenlage (Ertragsdaten der Food and Agriculture Organisation of the United Nations, kurz FAO) nach Ländern aufgeteilt. Um die Zuordnung des Ecoregion-Faktors besser abbilden zu können, wurde in dieser Studie eine länder- und produktspezifische Aggregation der Ecoregion-Faktoren verwendet. Grundlage sind flächendifferenzierte Erntedaten aus MapSPAM⁴. Diese geben Anbauflächen für 42 Produkte auf einem 10 x 10 km² Raster aus. Über die Zuordnung jedes Rasterelements zu einem Land und einer Ecoregion, wurde so eine flächengewichtete Aggregation der Ecoregion-Faktoren pro Land und MapSPAM-Produkt berechnet.

Die Agrarprodukte von MapSPAM stimmen nicht zu 100 % mit den im Modell verwendeten Agrarprodukten überein.

In [Tabelle 2](#) sind dementsprechend die Zuordnung und der Vergleich der beiden Produktsysteme aufgeführt. In dem Fall, dass die Produkte übereinstimmen, wird das Attribut „Fit“ zugeordnet. Dies ist beispielsweise für Sojabohnen (MapSPAM: soyb) der Fall. In den anderen Fällen werden die Produkte der übergeordneten Lebensmittelkategorie zugeteilt. Zum Beispiel wird Brokkoli der Kategorie Gemüse (MapSPAM: vege) zugeordnet.

Tabelle 2: Vergleich von Agrarprodukten des Modells mit MapSPAM-Produkten

| Agrarprodukt | Code MapSPAM | Genaue Bezeichnung MapSPAM | Übereinstimmung |
|--------------|--------------|-----------------------------|-----------------|
| Bohnen | opul | Anderer Hülsenfrüchte | Proxy |
| Äpfel | temf | Früchte aus gemäßigter Zone | Proxy |
| Bananen | bana | Bananen | Fit |
| Brokkoli | vege | Gemüse | Proxy |
| Cashewnüsse | trof | Tropische Frucht | Proxy |
| Datteln | rest | Restliche Produkte | Proxy |
| Erdnüsse | grou | Erdnüsse | Fit |
| Erbsen | opul | Anderer Hülsenfrüchte | Proxy |
| Gerste | barl | Gerste | Fit |
| Gras | rest | Restliche Produkte | Proxy |
| Gurken | vege | Gemüse | Proxy |
| Hafer | ocer | Anderer Cerealien | Proxy |
| Haselnuss | rest | Restliche Produkte | Proxy |
| Kakao | coco | Kakao | Fit |
| Karotten | vege | Gemüse | Proxy |
| Kartoffeln | pota | Kartoffeln | Fit |
| Kohl | vege | Gemüse | Proxy |
| Mais | maiz | Mais | Fit |
| Mandeln | rest | Restliche Produkte | Proxy |
| Oliven | rest | Restliche Produkte | Proxy |
| Orangen | trof | Tropische Früchte | Proxy |
| Palmfrucht | oilp | Ölfrüchte | Proxy |
| Pfirsiche | trof | Tropische Früchte | Proxy |
| Raps | ocer | Anderer Cerealien | Proxy |
| Reis | rice | Reis | Fit |
| Roggen | ocer | Anderer Cerealien | Proxy |
| Soja | soyb | Sojabohnen | Fit |
| Sonnenblumen | sunf | Sonnenblumen | Fit |
| Spinat | vege | Gemüse | Proxy |
| Tomaten | vege | Gemüse | Proxy |
| Trauben | temf | Früchte aus gemäßigter Zone | Proxy |
| Walnüsse | rest | Restliche Produkte | Proxy |
| Weizen | whea | Weizen | Fit |
| Zuckerrüben | sugb | Zuckerrüben | Fit |
| Zwiebeln | vege | Gemüse | Proxy |

Flächennutzung

Der Charakterisierungsfaktor wird mit der Flächennutzung multipliziert. Diese gibt an, wieviel Fläche benötigt wird und wie lange diese Fläche genutzt wird, um die benötigten Produktmengen für den Konsum bereitzustellen. Die Einheit ist die Flächenzeit ($m^2 \cdot a$).



5. Der Warenkorb und Szenarien

Die Analyse der Umweltauswirkungen der Ernährung in Deutschland basiert auf der durchschnittlichen Zusammensetzung des Lebensmittelkonsums eines Menschen in Deutschland in einem Jahr. Grundlage für die Zusammensetzung des Status Quo-Warenkorbs sind statistische Daten des BMEL für die ein Dreijahresmittel der Jahre 2015, 2016 und 2017 gebildet wurde.

5.1 Datenbasis für den Status Quo-Warenkorb

Der Warenkorb bildet die Grundlage des Systems. Zur Ermittlung der Lebensmittelzusammensetzung des Warenkorbs wurden Versorgungsstatistiken des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL, 2017-2019) verwendet, da in diesen die aktuellsten Daten für den Lebensmittelkonsum in Deutschland verfügbar waren. In den BMEL-Statistiken werden die Mengen einzelner Nahrungsmittel aufgeführt, die in einem Jahr in Deutschland konsumiert werden.

Um jährliche Schwankungen auszugleichen, wurde ein Dreijahresmittel der BMEL-Daten berechnet. Die Versorgungsbilanzen des BMEL werden für pflanzliche Produkte in Wirtschaftsjahren und für tierische Produkte in Kalenderjahren ausgewiesen. Es wurden die Jahre 2015/16-2017/18 für pflanzliche Produkte und die Jahre 2016-2018 für tierische Produkte gewählt, da hierfür die meisten Daten verfügbar waren. Für einige Produkte bestehen Datenlücken, weshalb andere Jahre genutzt wurden. In **Tabelle 3** sind die Jahre aufgeführt, aus denen die Daten stammen.

Die Betrachtung aller in den Statistiken erfassten Lebensmittel ist nicht möglich, insbesondere, weil das System zu komplex und zu kleinteilig werden würde. Zudem liegen nicht für alle enthaltenen Lebensmittel Umweltdaten vor, aber auch die Vorketten der Lebensmittel können nicht vollständig nachvollzogen und abgebildet werden.

Es werden daher die Lebensmittel betrachtet, die den größten Anteil am Gesamtkonsum einer Lebensmittelkategorie, wie beispielsweise der Kategorie „Obst“ ausmachen. Die Summe aller betrachteten Lebensmittel einer Lebensmittelkategorie entspricht mindestens 75 % des Lebensmittelkonsums. Für manche Produktgruppen wird in den Statistiken nur ein Gesamtwert aufgeführt (z.B. Nüsse, Zitrusfrüchte). Um hier die Konsistenz zu den anderen Produktgruppen zu wahren, wurden mittels Handels- und Verbrauchsdaten der Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)⁵ die Verbräuche einzelner Lebensmittel dieser Kategorien ermittelt. Hierbei wurde ebenfalls das 75 %-Kriterium angewandt.

In den Statistiken des BMEL sind u.a. Daten aus Lebensmittelverarbeitung und Handel erfasst sowie ein Großteil der einfach verarbeiteten oder nicht weiter verarbeiteten Produkte (z. B. Mehl, Fleisch, Äpfel, Speisezwiebeln). Angaben zu Konserven wurden der entsprechenden Lebensmittelkategorie zugerechnet. Nicht enthalten sind Produkte, die mehrfach weiterverarbeitet wurden wie z. B. Wurst oder Teigwaren aus Weizenmehl. Dieses sind jedoch die Produkte, die im Warenkorb enthalten sind. Denn der Warenkorb ist auf Konsumebene definiert – als durchschnittlicher Nahrungsmittelkonsum in Deutschland in einem Jahr.

Daher wurde an dieser Stelle die Einkommens- und Verbrauchsstichprobe (EVS, 2013) hinzugezogen, um Produkte der BMEL Statistik wie beispielsweise Mehl auf die entsprechenden Warenkorbprodukte wie Teigwaren, Backwaren und Mehl aufteilen zu



können. Die Menge, bspw. von Mehl, wurde dann entsprechend der Anteile der jeweiligen Produkte in der EVS in der betreffenden Lebensmittelkategorie aufgeteilt. Dieser Schritt war notwendig, um der Studie die aktuelleren BMEL-Daten zugrunde legen zu können, da die aktuellste EVS auf Daten von 2013 beruht und die nächste EVS erst 2021 (auf Basis von Daten aus 2018) erscheinen wird.

Da in diesem Bericht neben dem Status Quo auch Ernährungsszenarien nach Eat Lancet ausgewertet werden sollen, wurden nachträglich einige Produkte, die unterhalb des 75%-Kriteriums liegen, aus der BMEL-Statistik zum finalen Warenkorb hinzugefügt, um alle Kategorien der Eat Lancet-Empfehlungen ausreichend abdecken zu können.

Zusammenfassend wurde bei der Bestimmung des Warenkorbs wie folgt verfahren:

1. Bestimmung des Dreijahresmittels der BMEL-Versorgungsbilanzen
2. Bestimmung der wichtigsten Produkte für die Lebensmittelkategorien (mind. 75%)
3. Anpassungen mittels FAO-Daten
4. Projektion entsprechend der EVS-Produkte
5. Einordnung und Erweiterung nach Eat Lancet

In **Tabelle 3** sind alle Produkte des finalen Warenkorbs, die verwendeten Datenquellen und Datenjahrgänge aufgeführt. Die Verzehrsmengen der Produkte sind in **Tabelle 6** aufgeführt.

Tabelle 3: Zuordnung der Warenkorb-Produkte zu den verwendeten Datenquellen

| Warenkorbprodukte | BMEL-Daten | Datenjahrgänge BMEL | Zusätzliche Datenquellen / Anmerkungen |
|--|---|------------------------|---|
| Getreide | | | |
| Reis | Reis | 2015/16-2017/18 | |
| Weizenmehl | Hart- und Weichweizenmehl | 2015/16-2017/18 | |
| Backwaren Weizen | | | |
| Teigwaren Weizen | | | |
| Roggenmehl | Roggenmehl | 2015/16-2017/18 | |
| Backwaren Roggen | | | |
| Haferflocken | Hafer | 2015/16-2017/18 | |
| Mais | Mais | 2015/16-2017/18 | |
| Kartoffelstärke | Kartoffelstärke | 2015/16-2017/18 | |
| Wurzeln oder stärkehaltige Gemüse | | | |
| Kartoffeln | Kartoffeln | 2015/16-2017/18 | |
| Gemüse | | | |
| <i>dunkelgrüne Gemüse</i> | | | |
| Brokkoli | Blumen-, Grünkohl u. Broccoli | 2015/16-2016/17 | Ergänzt für Eat Lancet |
| Spinat | Spinat | 2015/16-2016/17 | Ergänzt für Eat Lancet |
| Gurken | Gurken | 2015/16-2016/17 | |
| <i>rote & orangene Gemüse</i> | | | |
| Tomaten | Tomaten | 2015/16-2016/17 | |
| Karotten | Möhren, Karotten, Rote Rüben | 2015/16-2016/17 | |
| <i>andere Gemüse</i> | | | |
| Kohl | Weiß- und Rotkohl, Wirsingkohl, Kohlrabi, Chinakohl | 2015/16-2016/17 | |
| Zwiebeln | Speisewiebeln | 2015/16-2016/17 | |
| Obst | | | |
| Äpfel | Äpfel | 2015/16-2017/18 | |
| Pfirsich | Pfirsich | 2015/16-2017/18 | |
| Trauben | Trauben | 2015/16-2017/18 | |
| Bananen | Bananen | 2015/16-2017/18 | |
| Orangen | Zitrusfrüchte | 2015/16-2017/18 | Anpassung nach FAO- Handelsstatistik |
| Rosinen | Trockenobst | 2015/16-2017/18 | Anpassung nach FAO- Handelsstatistik |
| Datteln | | | |

Tabelle 3: Zuordnung der Warenkorb-Produkte zu den verwendeten Datenquellen (Fortsetzung)

| Warenkorbprodukte | BMEL-Daten | Datenjahrgänge BMEL | Zusätzliche Datenquellen / Anmerkungen |
|--------------------------------|--|------------------------|--|
| Milchprodukte | | | |
| Milch | Voll- und teilentrahmte Milch | 2016-2018 | |
| Joghurt | Sauermilch-, Kefir-, Joghurt- und Milchmischerzeugnisse sowie Milchmischgetränke | 2016-2018 | |
| Sahne | Sahneerzeugnisse | 2016-2018 | |
| Butter | Butter, MilCHFett-, Milchstreichfetterzeugnisse | 2016-2018 | |
| Käse | Käse | 2016-2018 | |
| Milchpulver | Trockenmilcherzeugnisse Zusammen | 2016-2018 | |
| Kondensmilch | Kondensmilcherzeugnisse | 2016-2018 | |
| Proteinquellen | | | |
| Fleisch & Wurst | | | |
| Rind | Rind- und Kalbfleisch | 2016-2018 | |
| Schwein | Schweinefleisch | 2016-2018 | |
| Geflügel | Geflügelfleisch | 2015-2017 | |
| Wurst (inkl. Schmalz/Speck) | Anteilig aus: Rind-, Kalb, Schweine- und Geflügelfleisch | | |
| Eier | Eier und Eierzeugnisse | 2016-2018 | |
| Fisch | Fische und Fischerzeugnisse | 2015-2017 | |
| Hülsenfrüchte | | | |
| Erbse | Hülsenfrüchte | 2015/16-2017/18 | |
| Bohne | | | |
| Tofu | | | |
| Erdnüsse | Schalenfrüchte | 2015/16-2017/18 | Schalenfrüchte nach BMEL |
| Nüsse | | | |
| Mandeln | Schalenfrüchte | 2015/16-2017/18 | Verteilung nach FAO Verbrauchsstatistik |
| Haselnüsse | | | |
| Cashew | | | |
| Walnüsse | | | |
| zugesetzte Fette | | | |
| Palmöl | Öle und Fette insgesamt | 2016-2018 | Verteilung nach FAO Verbrauchsstatistik |
| Olivenöl | | | |
| Rapsöl | | | |
| Sonnenblumenöl | | | |
| Sojaöl | | | |
| zugesetzte Zucker | | | |
| Zucker | Zucker einschl. Rübensaft | 2015/16-2017/18 | |
| Sonstige | | | |
| Kakao | Kakaomasse | 2015/16-2017/18 | |



5.2 Datenbasis der Eat Lancet-Warenkörbe

Um Veränderungen der Umweltauswirkungen, die aus einer Änderung der Ernährungsweise resultieren, modellieren zu können, wurden zudem drei Szenarien definiert. Diese Szenarien basieren auf den Empfehlungen, die seitens der Eat Lancet Kommission (Willet et al. 2019) für eine gesunde Ernährung gegeben wurden:

- Flexitarische Ernährung nach Eat Lancet
- Vegetarische Ernährung nach Eat Lancet
- Vegane Ernährung nach Eat Lancet

Diese Ernährungsweisen wurden in einen durchschnittlichen Lebensmittelwarenkorb für eine Person im Jahr „übersetzt“. Ziel war es, die Lebensmittelzusammensetzung dieser Szenario-Warenkörbe so zu wählen, dass sie der jetzigen Ernährung in Deutschland für das jeweilige Szenario am nächsten kommen, aber trotzdem die seitens Eat Lancet gesetzten Vorgaben einhalten. Da hier immer wieder Konflikte in der Umsetzung auftreten, wurden Regeln definiert, die in der angegebenen Reihenfolge angewandt wurden:

1. Willet et al. (2019) definieren eine Durchschnittsdiät von insgesamt 2.500 kcal pro Person und Tag, der nicht überschritten werden sollte. Dieser Wert wird annähernd konstant gehalten.
2. Auch für die einzelnen Lebensmittelgruppen ist der Energieinhalt in kcal definiert. Dieser Wert wird nach Möglichkeit ebenfalls eingehalten.
3. Die maximal vorgegebene Verzehrsmenge pro Tag wird nach Möglichkeit nicht überschritten, die minimalen Verzehrsmengen werden nicht unterschritten.
4. Beim vegetarischen und veganen Warenkorb wurde zusätzlich noch folgende Regel angewandt: Die nach Aufteilung auf die anderen Kategorien übrig gebliebenen kcal wurden nach Anteilen der jeweiligen Lebensmittelgruppe auf Obst und Gemüse verteilt.
5. Die Verteilung in den Lebensmittelgruppen im deutschen Warenkorb wird - wenn möglich - übernommen.

Hieraus ergeben sich die drei „Eat Lancet-Warenkörbe“, die in der Berechnung der Umweltauswirkungen der drei Szenarien zugrunde gelegt wurden (Anhang).

Basis für die Umrechnung der Empfehlungen der Eat Lancet-Kommission in die Szenario-Warenkörbe sind neben den Empfehlungen der Eat Lancet-Kommission (Tabelle 4) und den vorliegenden statistischen Verbrauchsdaten der Energiegehalt einzelner Lebensmittel der Warenkörbe. Hierfür wurden die in [Tabelle 5](#) aufgeführten Werte verwendet.

Tabelle 4 Verzehrsempfehlungen der Eat Lancet-Kommission (Willet et al. 2019)

| | [g/day] | [g/day] | [g/day] | [kcal/day] |
|---|---------|---------|---------|------------|
| Whole grains | 232 | 232 | 232 | 811 |
| Rice, wheat, corn & other | | | 232 | 811 |
| Tubers or starchy vegetables | 0 | 50 | 100 | 39 |
| Potatoes & cassava | 0 | 50 | 100 | 39 |
| Vegetables | 200 | 300 | 600 | 78 |
| dark green vegetables | 66,667 | 100 | 200 | 23 |
| red & orange vegetables | 66,667 | 100 | 200 | 30 |
| other vegetables | 66,667 | 100 | 200 | 25 |
| Fruits | 100 | 200 | 300 | 126 |
| all fruit | 100 | 200 | 300 | 126 |
| Dairy foods | 0 | 250 | 500 | 153 |
| whole milk or derivative equivalents (e.g. cheese) | 0 | 250 | 500 | 153 |
| Protein sources | 25 | 209 | 461 | 726 |
| Beef & lamb | 0 | 7 | 14 | 15 |
| Pork | 0 | 7 | 14 | 15 |
| Chicken & other poultry | 0 | 29 | 58 | 62 |
| Eggs | 0 | 13 | 25 | 19 |
| Fish | 0 | 28 | 100 | 40 |
| Legumes | 0 | 100 | 225 | 426 |
| of which dry beans, lentils & peas | 0 | 50 | 100 | 172 |
| of which soy foods | 0 | 25 | 50 | 112 |
| of which peanuts | 0 | 25 | 75 | 142 |
| Tree nuts | 25 | 25 | 25 | 149 |
| Added fats | 20 | 51,8 | 91,8 | 450 |
| Palm oil | 0 | 6,8 | 6,8 | 60 |
| Unsaturated oils | 20 | 40 | 80 | 354 |
| Dairy fats (incl. in milk) | | | 0 | |
| Lard or tallow | 0 | 5 | 5 | 36 |
| Added sugars | 0 | 31 | 31 | 120 |
| all sweeteners | 0 | 31 | 31 | 120 |
| TOTAL | | | | 2503 |

Tabelle 5: Energiegehalt von Lebensmitteln in kcal

| Lebensmittel | kcal pro 100g | Lebensmittel | kcal pro 100g |
|----------------------|---------------|------------------------------------|---------------|
| Äpfel | 52,00 | Milch (3,5%) | 64,00 |
| Bananen | 90,00 | Milchpulver | 495,00 |
| Bohnen (Ackerbohne) | 127,00 | Olivenöl | 900,00 |
| Brokkoli | 34,00 | Orangen | 50,00 |
| Butter | 742,00 | Palmöl | 884,00 |
| Cashew | 575,00 | Pfirsich | 48,00 |
| Datteln | 266,00 | Rapsöl | 900,00 |
| Eier | 151,00 | Reis (Langkorn roh) | 277,00 |
| Erbsen | 84,00 | Rind (Braten) | 125,00 |
| Erdnüsse | 581,00 | Roggen (Mehl) | 324,00 |
| Fisch (Schellfisch) | 91,00 | Rosinen | 322,00 |
| Gurken | 12,00 | Sahne (30%) | 292,00 |
| Hafer (Flocken) | 339,00 | Schwein (Schulter) | 153,00 |
| Hähnchen | 161,00 | Sojaöl | 900,00 |
| Haselnüsse | 635,00 | Sojaprodukte/Tofu | 76,00 |
| Joghurt (1,5%) | 47,00 | Sonnenblumenöl | 900,00 |
| Kakao | 337,00 | Spinat | 27,00 |
| Karotten | 31,00 | Tomaten | 24,00 |
| Kartoffeln (gekocht) | 73,00 | Trauben | 71,00 |
| Kartoffelstärke* | 321,00 | Walnüsse | 678,00 |
| Käse (Gouda) | 376,00 | Weizen (Mehl 405) | 343,00 |
| Kohl (Weißkohl) | 30,00 | Wurst (inkl. Speck) (Bratwurst) | 320,00 |
| Kondensmilch (7,5%) | 96,00 | Zucker | 400,00 |
| Mais (Mehl) | 332,00 | Zwiebeln | 33,00 |
| Mandeln | 611,00 | | |

Quellen: <https://www.bmi-rechner.net/kalorientabelle.htm>, außer Palmöl
(<http://www.ernaehrung.de/lebensmittel/de/Q150000/Palmoel.php>) und Sojaöl (angenommen wie Rapsöl)

Da die Verzehrsmengen in der Eat Lancet-Studie pro Tag dargestellt sind, erfolgte die Umrechnung über die täglichen Verzehrsmengen. Die Umrechnung auf die funktionelle Einheit erfolgte über die Einwohnerzahl in Deutschland⁶ und die Addition der Lebensmittelabfälle auf Haushaltsebene. Basis für die Lebensmittelzusammensetzung bildete der Status Quo-Warenkorb (Tabelle 6).

Tabelle 6: Status Quo-Warenkorb (Konsummengen, Verzehrsmengen und Energieaufnahme)

| Lebensmittel(gruppe) | Konsummengen pro Kopf und Jahr [kg] | Verzehrsmengen pro Kopf und Tag [g] | kcal pro Kopf und Tag |
|--|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Getreide (Summe) | 107,5 | 253,7 | 857,5 |
| Reis | 5,3 | 12,4 | 34,5 |
| Weizenmehl | 9,8 | 23,0 | 79,0 |
| Backwaren Weizen | 64,6 | 152,0 | 521,3 |
| Teigware Weizen | 8,1 | 19,0 | 65,3 |
| Roggenmehl | 1,2 | 2,9 | 9,4 |
| Backwaren Roggen | 8,7 | 20,5 | 69,6 |
| Haferflocken | 3,2 | 7,6 | 25,6 |
| Mais | 2,9 | 6,8 | 22,6 |
| Kartoffelstärke* | 3,7 | 9,4 | 30,1 |
| Wurzeln oder stärkehaltige Gemüse (Summe) | 37,3 | 72,4 | 52,9 |
| Kartoffeln | 37,3 | 72,4 | 52,9 |
| Gemüse (Summe) | 109,5 | 212,8 | 55,2 |
| <i>dunkelgrüne Gemüse (Summe)</i> | <i>18,0</i> | <i>35,0</i> | <i>6,5</i> |
| Brokkoli | 3,6 | 7,0 | 2,4 |
| Spinat | 2,5 | 4,9 | 1,3 |
| Gurken | 11,9 | 23,2 | 2,8 |
| <i>rote & orangene Gemüse (Summe)</i> | <i>67,4</i> | <i>131,1</i> | <i>33,8</i> |
| Tomaten | 50,1 | 97,5 | 23,4 |
| Karotten | 17,3 | 33,6 | 10,4 |
| <i>andere Gemüse (Summe)</i> | <i>24,0</i> | <i>46,7</i> | <i>14,9</i> |
| Kohl | 8,3 | 16,2 | 4,9 |
| Zwiebeln | 15,7 | 30,5 | 10,1 |
| Obst (Summe) | 104,2 | 211,5 | 136,1 |
| Äpfel | 33,3 | 67,5 | 35,1 |
| Pfirsich | 6,5 | 13,3 | 6,4 |
| Trauben | 9,2 | 18,6 | 13,2 |
| Bananen | 20,4 | 41,4 | 37,3 |
| Orangen | 33,2 | 67,3 | 33,7 |
| Rosinen | 1,2 | 2,8 | 9,0 |
| Datteln | 0,2 | 0,6 | 1,5 |
| Milchprodukte (Summe) | 123,5 | 294,0 | 535,0 |
| Milch | 51,5 | 122,6 | 78,4 |
| Joghurt | 29,9 | 71,1 | 33,4 |
| Sahne | 5,8 | 13,9 | 40,5 |
| Butter | 5,9 | 14,1 | 104,9 |
| Käse | 24,2 | 57,6 | 216,8 |
| Milchpulver | 4,9 | 11,8 | 58,3 |
| Kondensmilch | 1,2 | 2,9 | 2,8 |

Tabelle 6: Status Quo-Warenkorb (Konsummengen, Verzehrsmengen und kcal jeweils pro Kopf und Tag)
(Fortsetzung)

| Lebensmittel(gruppe) | Konsummengen pro Kopf und Jahr [kg] | Verzehrsmengen pro Kopf und Tag [g] | kcal pro Tag |
|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| Proteinquellen (Summe) | 81,8 | 173,2 | 337,9 |
| <i>Fleisch & Wurst (Summe)</i> | <i>55,3</i> | <i>116,7</i> | <i>212,0</i> |
| Rind | 7,5 | 15,8 | 19,8 |
| Schwein | 11,2 | 23,6 | 75,6 |
| Geflügel | 8,2 | 17,3 | 26,2 |
| Wurst (inkl. Schmalz/Speck)** | 28,4 | 59,9 | 90,4 |
| <i>Eier</i> | <i>12,9</i> | <i>27,2</i> | <i>41,1</i> |
| Eier | 12,9 | 27,2 | 41,1 |
| <i>Fisch</i> | <i>6,5</i> | <i>13,6</i> | <i>12,4</i> |
| Fisch | 6,5 | 13,6 | 12,4 |
| <i>Hülsenfrüchte (Summe)</i> | <i>3,8</i> | <i>8,1</i> | <i>25,7</i> |
| Erbse | 1,9 | 3,7 | 3,1 |
| Bohne | 0,3 | 0,7 | 0,8 |
| Tofu | | 0,0 | 0,0 |
| Erdnüsse | 1,6 | 3,7 | 21,8 |
| <i>Nüsse (Summe)</i> | <i>3,2</i> | <i>7,5</i> | <i>46,7</i> |
| Mandeln | 1,2 | 2,8 | 17,2 |
| Haselnüsse | 0,8 | 2,0 | 12,4 |
| Cashew | 0,6 | 1,5 | 8,4 |
| Walnüsse | 0,5 | 1,3 | 8,6 |
| zugesezte Fette (Summe) | 17,1 | 43,0 | 385,1 |
| Palmöl | 3,8 | 9,5 | 83,8 |
| Olivenöl | 0,7 | 1,8 | 16,3 |
| Rapsöl | 4,9 | 12,3 | 111,0 |
| Sonnenblumenöl | 3,4 | 8,6 | 77,8 |
| Sojaöl | 4,2 | 10,7 | 96,2 |
| zugesezte Zucker (Summe) | 29,0 | 73,1 | 292,4 |
| Zucker | 29,0 | 73,1 | 292,4 |
| Sonstige*** (Summe) | 2,8 | 7,1 | 23,8 |
| Kakao | 2,8 | 7,1 | 23,8 |
| | | | |

Legende: * Kartoffelstärke wird zu Getreide gerechnet aufgrund der Verwendung als Stärke; ** Wurst inkl. Speck & Schmalz; *** Lebensmittel, die in Deutschland eine Rolle spielen, aber keiner der Kategorien zugeordnet werden konnten



Eine Regel bei der Erstellung der Eat Lancet-Warenkörbe war, die maximale vorgegebene Verzehrsmenge pro Tag nach Möglichkeit nicht zu überschreiten. Die konnte eingehalten werden, außer bei Getreide – hier wurde sie im flexitarischen Warenkorb leicht überschritten. Der Energiegehalt von Speck und Schmalz wurde beim flexitarischen Warenkorb dem Produkt Wurst hinzugerechnet (30% Fettgehalt).

Beim vegetarischen Warenkorb wurde im Detail in der folgenden Reihenfolge vorgegangen:

1. Der Verzehr von Fleisch und Fisch wurde auf 0 gesetzt.
2. Die Verzehrsmenge von Getreide wurde auf 232 g pro Person und Tag eingestellt.
3. Die zugesetzten Fette wurden auf max. 6,8g Palmöl festgelegt, der Rest wurde auf die verbleibenden pflanzlichen Fette verteilt. In Summe wurden max. 390 kcal nicht überschritten.
4. Bei Zucker wurden die max. kcal eingehalten.
5. Bei den Proteinquellen wurde die maximale Verzehrsmenge bei Nüssen eingestellt, die durchschnittliche Verzehrsmenge bei Tofu. Die verbleibenden kcal wurden nach den Anteilen im Status Quo-Warenkorb auf Hülsenfrüchte (ohne Tofu) und Eier verteilt.
6. Bei Hülsenfrüchten wurde für Erbsen und Bohnen die maximale Verzehrsmenge (100g) eingestellt, die restlichen kcal wurden auf Erdnüsse verteilt.
7. Die nach der Aufteilung für die anderen Kategorien übrig gebliebenen kcal wurden nach Anteilen in Eat Lancet auf Kartoffeln, Milchprodukte, Obst und Gemüse verteilt.
8. Bei Kartoffeln war dies durch die berechnete kcal Höchstmenge begrenzt.
9. Bei Obst wurde nach der berechneten kcal Höchstmenge und den Anteilen im Status Quo-Warenkorb verteilt.
10. Bei Milch und Milchprodukten wurde nach der berechneten kcal Höchstmenge und den Anteilen im Status Quo-Warenkorb verteilt.
11. Bei Gemüse wurde nach der berechneten kcal Höchstmenge nach Anteil Eat Lancet-Anteilen auf grün, rot und anderes Gemüse verteilt. In den drei Unterkategorien erfolgte die Verteilung nach kcal und den Anteilen im Status Quo-Warenkorb.

Beim veganen Warenkorb wurde im Detail in der folgenden Reihenfolge vorgegangen

1. Der Verzehr von tierischen Produkten wurde auf 0 gesetzt.
2. Die Verzehrsmenge von Getreide wurde auf 232 g pro Person und Tag eingestellt.
3. Die zugesetzten Fette wurden auf max. 6,8g Palmöl festgelegt, der Rest wurde auf die verbleibenden pflanzlichen Fette verteilt. In Summe wurden max. 390 kcal nicht überschritten.
4. Bei Zucker wurden die max. kcal eingehalten.
5. Bei den Proteinquellen wurde die maximale Verzehrsmenge bei Nüssen eingestellt, die durchschnittliche Verzehrsmenge bei Tofu. Die verbleibenden kcal wurden nach den Anteilen im Status Quo-Warenkorb auf Hülsenfrüchte (ohne Tofu) verteilt.

6. Bei Hülsenfrüchten wurde für Erbsen und Bohnen die maximale Verzehrsmenge (100g) eingestellt, die restlichen kcal wurden auf Erdnüsse verteilt.
7. Die nach der Aufteilung für die anderen Kategorien übrig gebliebenen kcal wurden nach Anteilen in Eat Lancet auf Kartoffeln, Obst und Gemüse verteilt.
8. Bei Kartoffeln war dies durch die berechnete kcal Höchstmenge begrenzt.
9. Bei Obst mussten die kcal reduziert werden, damit die maximale Höchstmenge von 300g eingehalten werden konnte. Dem Gemüse wurden die zusätzlichen kcal zugeschlagen. Obst wurde nach den Anteilen im Status Quo-Warenkorb verteilt
10. Bei Gemüse wurde nach der berechneten kcal Höchstmenge nach Anteil Eat Lancet-Anteilen auf grün, rot und anderes Gemüse verteilt. In den drei Unterkategorien erfolgte die Verteilung nach kcal und den Anteilen im Status Quo-Warenkorb.
11. Die max. Verzehrsmenge von 200g wurde bei dunkelgrünem Gemüse eingehalten und dadurch die kcal reduziert. Dem restlichen Gemüse wurden die zusätzlichen kcal zugeschlagen.
12. Die max. Verzehrsmenge von 200g wurde bei rotem und orangenem Gemüse eingehalten und dadurch die kcal reduziert. Dem restlichen Gemüse wurden die zusätzlichen kcal zugeschlagen.
13. Beim restlichen Gemüse wurde die maximale Verzehrsmenge von 200g eingehalten.

Die folgende Abbildung zeigt vergleichend die Mengenanteile von Lebensmitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs an den Warenkörben. Die tierischen Produkte werden noch einmal unterteilt in Fleisch und Wurstwaren, Fisch und andere tierische Lebensmittel.

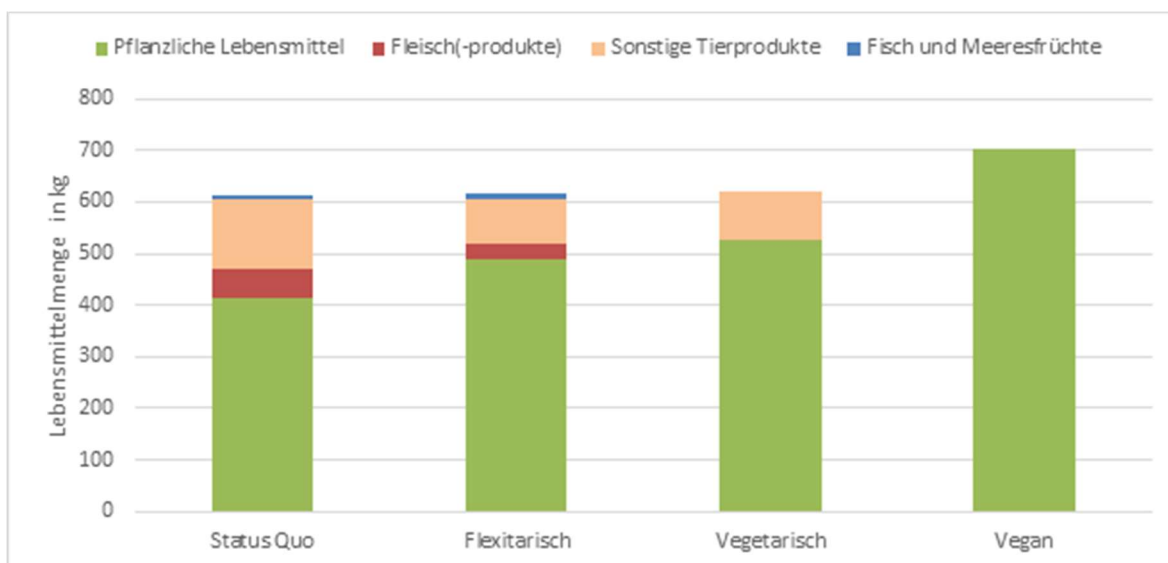


Abbildung 3: Mengenanteile der pflanzlichen und tierischen Lebensmittel in den Warenkörben



Die Umsetzung der Empfehlungen der Eat Lancet Kommission auf Ebene von Warenkörben zeigt deutlich, dass in Deutschland heute zuviel Kalorien verzehrt werden, denn der Status Quo Warenkorb umfasst rund 2.680 kcal pro Kopf und Tag (Tabelle 6). Dies sind knapp 10% mehr Kalorien als empfohlen. Insbesondere wird jedoch deutlich, dass zu viel Fleisch und zu wenig Gemüse gegessen wird. Denn der tatsächliche Konsum in Deutschland liegt selbst deutlich über dem nach Eat Lancet Kommission maximalem Fleischkonsum (flexitarischer Warenkorb), bei Gemüse liegt er hingegen deutlich darunter. Ein genauerer Blick auf Gemüse zeigt, dass insbesondere der Konsum an dunkelgrünem Gemüse deutlich erhöht werden müsste.

Ein genauerer Blick auf die Proteinquellen, zu denen Fleisch und Wurstwaren, andere tierische Produkte wie Eier, Milch und Milchprodukte, Fisch, Hülsenfrüchte und Nüsse gezählt werden, zeigt, dass der Proteinbedarf in Deutschland heute zu zwei Dritteln durch Fleisch und Wurstwaren gedeckt wird. Nach den Empfehlungen der Eat Lancet Kommission sollten diese max. 25 Prozent an den Proteinquellen ausmachen. Gleichzeitig ist zu sehen, wie groß die notwendigen Steigerungen des Konsums von Hülsenfrüchten sind: Hier ist eine Steigerung um fast das 20-fache angeraten, um die Empfehlungen zu erfüllen. Auch bei Nüssen sollte der Verzehr deutlich gesteigert werden.

6. Datenbasis entlang der Wertschöpfungskette

An die Qualität der Daten werden folgende Anforderungen gestellt: Die Daten sollen dem Bilanzierungsjahr, dem Erzeugungs- / Produktionsort (geografischer Erfassungsbereich) sowie dem gültigen Stand der Technik (technologischer Erfassungsbereich) bestmöglich entsprechen. Zugleich sollen die verwendeten Daten untereinander möglichst konsistent und so valide wie möglich sein.

6.1 Die Konsumphase

Die Konsumphase umfasst die Einkaufsfahrt, die Lagerung, Essenszubereitung und das Spülen des Geschirrs sowie die anfallenden Lebensmittelabfälle.

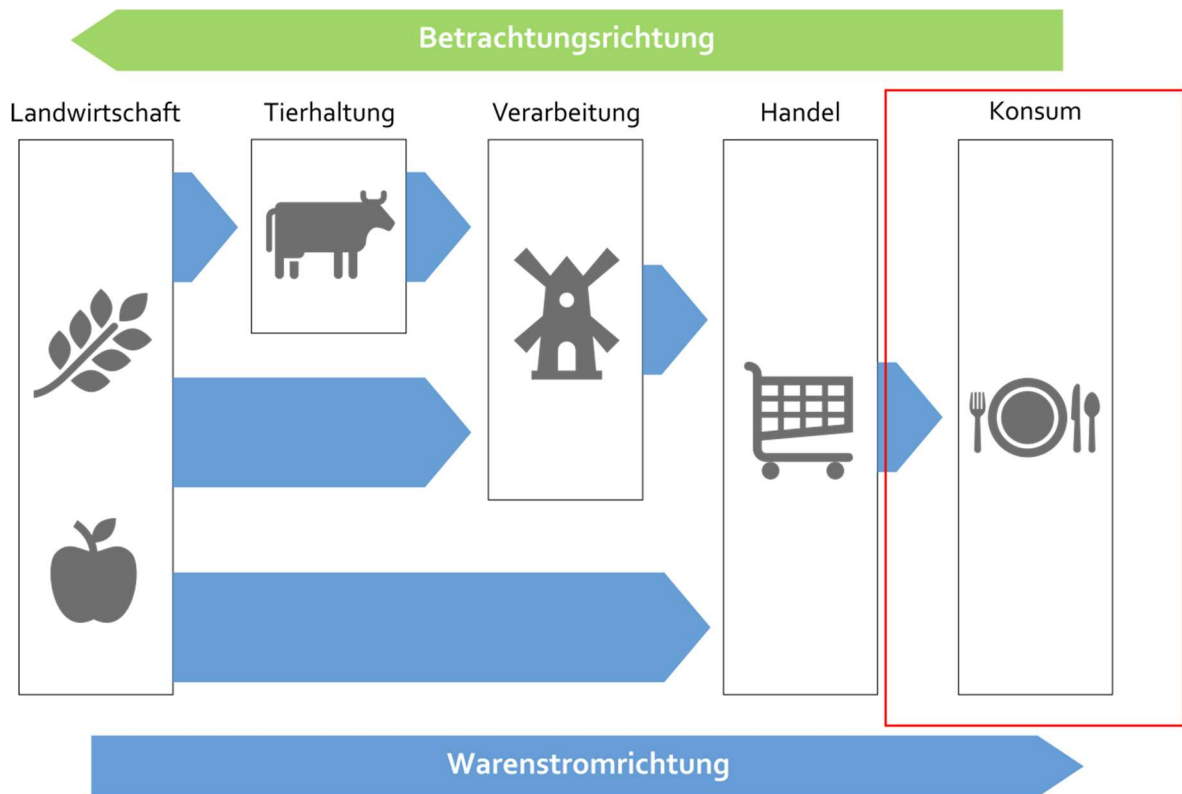


Abbildung 4: Konsumphase

Einkaufsfahrt

Die Einkaufsfahrt wurde auf Basis von Nobis und Kuhnimhof (2018) modelliert. Dazu wurden die durchschnittlichen Personenkilometer, die jährlich pro Kopf zum Einkaufen von Lebensmitteln anfallen, bestimmt. Es wurde angenommen, dass 50 % der Einkaufsfahrten dem Einkauf von Lebensmitteln zugerechnet werden. Daraus ergibt sich ein Wert von 382,7 Personenkilometer.

Der Modal Split, also die Verteilung der genutzten Verkehrsmittel, wurde ebenfalls anhand von Nobis und Kuhnimhof (2018) bestimmt. Die Einkäufe per Fuß und Fahrrad betrage je nur 3 % und werden vernachlässigt. Daraus ergibt sich eine Verteilung von 78 % auf Einkaufsfahrten mit dem Auto und 22 % mit dem öffentlichen Nahverkehr. Zur Modellierung wurden gemeinsame Fahrten mehrerer Personen nicht berücksichtigt, sowie der öffentliche Nahverkehr als Fahrt mit dem Bus angenommen. Der daraus resultierende Fehler wird als gering eingeschätzt.

Energieverbrauch für Lagerung für Essenszubereitung und Spülen

Die Lagerung der Produkte wurde modelliert anhand der Daten von Kemmler et al. (2017). Die aktuellsten Daten sind aus dem Jahr 2014. Der durchschnittliche Energieverbrauch pro Person für die folgenden Geräte wurde bestimmt:

- Kühlschränke: 87,9 kWh pro Kopf und Jahr
- Kühl-Gefrier-Kombo: 50,76 kWh pro Kopf und Jahr
- Gefriergeräte: 68,09 kWh pro Kopf und Jahr

Der Energieverbrauch zur Essenszubereitung und zum Spülen wurde modelliert anhand der Daten von Kemmler et al. (2017). Die aktuellsten Daten sind aus dem Jahr 2014. Der durchschnittliche Energieverbrauch pro Person für die folgenden Geräte wurde bestimmt:

- Toaster: 9,9 kWh pro Kopf und Jahr
- Dunstabzug: 12,38 kWh pro Kopf und Jahr
- Mikrowelle: 11,14 kWh pro Kopf und Jahr
- Kochen, gesamt: davon
 - Elektroherd: 138,67 kWh pro Kopf und Jahr
 - Gasherde: 40,86 kWh pro Kopf und Jahr
- Kaffeemaschine: 34,67 kWh pro Kopf und Jahr
- Geschirrspüler: 73,05 kWh pro Kopf und Jahr

Lebensmittelabfälle

Die Lebensmittelabfälle werden nach den Angaben von Eberle und Fels (2016) nach Kranert et al. (2012) den Produktkategorien zugeordnet. Da in dieser Studie nicht zwischen Inner-Haus- und Außer-Haus-Verzehr (IHV/AHV) und den dort anfallenden Abfällen unterschieden wird, wurden die Angaben in Eberle und Fels (2016) entsprechend den konsumierten Mengen im IHV und AHV gewichtet aufsummiert.

Datensätze

In **Tabelle 7** sind alle in dieser Phase verwendeten Datensätze aufgeführt.

Tabelle 7: Datensätze zur Modellierung der Konsumphase

| Prozess | Datenbank | Datensatz | Zeitlicher Bezug |
|--|---------------|--|------------------|
| Einkaufsfahrt, PKW | Ecoinvent 3.6 | market for transport, passenger car [RER] | 2012 |
| Einkaufsfahrt, Öffentlicher Nahverkehr | | market for transport, regular bus [GLO] | 2011 |
| Energieverbrauch, Kühlschränke | Ecoinvent 3.6 | market for electricity, low voltage [DE] | 2014 |
| Energieverbrauch, Kühl-Gefrier-Kombo | | | |
| Energieverbrauch, Gefriergeräte | | | |
| Zubereitung, Toaster | Ecoinvent 3.6 | market for electricity, low voltage [DE] | 2014 |
| Zubereitung, Dunstabzug | | | |
| Zubereitung, Mikrowelle | | | |
| Zubereitung, Elektroherd | | | |
| Zubereitung, Kaffeemaschine | | | |
| Spülen, Geschirrspüler | | | |
| Zubereitung, Gasherd, Umrechnung kWh zu kg | GEMIS 5.0 | Erdgas, generisch | 1994 |
| Zubereitung, Gasherd, Gasversorgung in kg | Ecoinvent 3.6 | market for natural gas, from low pressure network (<0.1 bar), at service station [GLO] | 2011 |

6.2 Handel

Der Handel umfasst den Lebensmittelgroßhandel (GH) und Lebensmitteleinzelhandel (LEH). Berücksichtigt werden der Energieverbrauch für die Lagerung und Präsentation der Lebensmittel sowie die anfallenden Transporte (Abbildung 5).

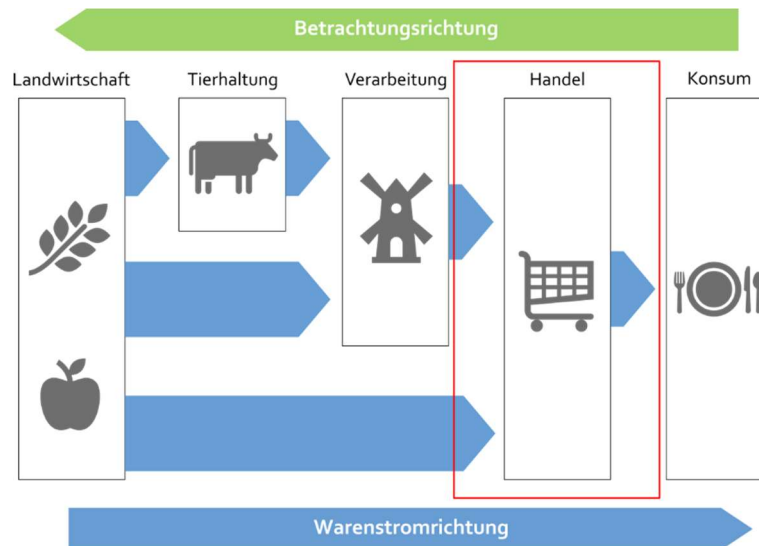


Abbildung 5: Handelsphase

Die Daten hierfür wurden der Datenbank GEMIS 5 des Internationalen Instituts für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS) entnommen (IINAS 2020). Die Energiebereitstellung selbst wird mit Datensätzen aus ecoinvent 3.6 abgebildet. In den Energieverbräuchen ist die Energie für Kühlung und Gefrierkühlung sowie der allgemeine Energieverbrauch, z. B. für Beleuchtung, enthalten.

Energieverbrauch im Großhandel

Für den Energieverbrauch im Großhandel liegen für die meisten Produkte Daten in GEMIS 5 vor (IINAS 2020). Bei Produkten, für die Angaben fehlten, wurde die Annahme getroffen, dass der Energieverbrauch in derselben Größenordnung liegt wie bei einem ähnlichen Lebensmittel. Die genutzten GEMIS-Datensätze und die getroffenen Annahmen sind in [Tabelle 8](#) aufgeführt.

Tabelle 8: Genutzte Datensätze für den Energieverbrauch im Großhandel und getroffene Annahmen

| Produkte | Annahme wie | GEMIS 5-Datensatz NG-Kühlager\... |
|---|-----------------|--|
| Eier | | DE-Eier-2015 |
| Fleischwaren, Geflügel | | DE-Masthähnchen-frisch-2015 |
| Fleischwaren, Schwein | | DE-Schwein-frisch-2015 |
| Fleischwaren, Rind | | DE-Rind-frisch-2015 |
| Wurst | | DE-Wurst-2015 |
| Milch | | DE-Milch-2015 |
| Joghurt, Sahne | Milch | DE-Milch-2015 |
| Käse | | DE-Käse-2015 |
| Butter | | DE-Butter-2015 |
| Tofu | Wurst | DE-Wurst-2015 |
| Bananen | | DE-Bananen-importiert-2015 |
| Orangen | | DE-Orangen-2015 |
| Pfirsich, Trauben | Bananen | DE-Bananen-importiert-2015 |
| Erbsen, Bohnen, Äpfel, Kohl, Karotten, Zwiebeln, Brokkoli, Spinat, | Gemüse und Obst | DE-Gemüse-frisch-2015 |
| Tomaten | | DE-Tomaten-frisch-2015 |
| Gurken | Tomaten | DE-Tomaten-frisch-2015 |
| Kartoffeln | | DE-Kartoffeln-frisch-2015 |
| Fisch und Meeresfrüchte | | DE-Fisch-Fang-Meer-EU-tiefgekühlt- 2015 |

Energieverbrauch im Lebensmitteleinzelhandel

Auf Ebene des LEH erfolgte die Zuordnung der Energieverbräuche nach Lagerart und Lagerdauer:

- ungekühlte, gekühlte, tiefgekühlte Lagerung sowie
- kurze, mittlere und lange durchschnittliche Lagerdauer

Die genutzten GEMIS-Datensätze, die jeweilige Zuordnung und die getroffenen Annahmen sind in **Tabelle 9** aufgeführt.

Tabelle 9: Genutzte Datensätze für den Energieverbrauch im Lebensmitteleinzelhandel

| Produkte | Lagerart | Lagerdauer | GEMIS Datensatz: NG-Handel\... |
|--|-------------|------------|--|
| Backwaren Weizen, Backwaren Roggen, Mais | Ungekühlt | Kurz | DE-Brot-misch-2015 |
| Äpfel, Pfirsich, Trauben, Bananen, Orangen, Erbsen, Bohnen, Kohl, Karotten, Zwiebeln, Tomaten, Gurken, Brokkoli, Spinat | Ungekühlt | Mittel | DE-Orangen-2015 |
| Weizenmehl, Roggenmehl, Teigwaren Weizen, Kartoffelstärke, Haferflocken, Reis, Vollmilchpulver, Kondensmilch, Olivenöl, Rapsöl, Sonnenblumenöl, Sojaöl, Palmöl, Rosinen, Datteln, Erdnüsse, Mandeln, Haselnüsse, Zucker, Kakao, Kartoffeln | Ungekühlt | Lang | DE-Reis-importiert-2015 |
| Fleischwaren Geflügel, Fleischwaren Schwein, Fleischwaren Rind, Wurst, Tofu, Eier, Milch, Sahne, Joghurt, Butter | Gekühlt | Mittel | DE-Wurst-2015 |
| Käse | Gekühlt | Lang | DE-Käse-2015 |
| Fisch und Meeresfrüchte | Tiefgekühlt | Kurz | DE-Fisch-Fang-Meer-EU- tiefgekühlt-2015 |

Energiemix

Der Energiemix für den Lebensmittelgroß- und -einzelhandel basiert auf mehreren GEMIS 5-Datensätzen (IINAS 2020), die mit Energiedatensätzen aus ecoinvent 3.6 verknüpft wurden. Alle verwendeten Datensätze sind in **Tabelle 10** aufgeführt.

Tabelle 10: Verwendete Datensätze zur Modellierung des Energiemixes im Lebensmittelgroß- und -einzelhandel

| Prozess | Datenbank | Datensatz | Zeitlicher Bezug |
|---|---------------|--|------------------|
| Energie- und Kältemittelverbrauch, Großhandel | GEMIS 5 | NG-Kühlen-DE-2015 | 2015 |
| Stromverbrauch, generisch, GH und LEH | Ecoinvent 3.6 | electricity, medium voltage [DE] | 2014 |
| Energie- und Kältemittelverbrauch, LEH, ungekühlt | GEMIS 5 | NG-Handel\DE-Energie-mix ungekühlte Produkte-2015 | 2015 |
| Energie- und Kältemittelverbrauch, LEH, gekühlt | | NG-Handel\DE-Energie-mix Kühlprodukte-2015 | 2015 |
| Energie- und Kältemittelverbrauch, LEH, tiefgekühlt | | NG-Handel\DE-Energie-mix TK-Produkte-2015 | 2015 |
| Brennstoffmix, LEH | | NG-Handel\Brennstoff-mix-DE-2015 | 2015 |
| Erdöl, Brennstoffmix, LEH | Ecoinvent 3.6 | heat production, light fuel oil, at boiler >10kW condensing, non-modulating [Europe without Switzerland] | 1991 |
| Erdgas, Brennstoffmix, LEH | | heat production, natural gas, at boiler atmospheric non-modulating <100kW [Europe without Switzerland] | 2000 |
| Öl, Brennstoffmix, LEH | | market for heat, district or industrial, other than natural gas [Europe without Switzerland] | 2011 |

Lebensmittelverluste

Die Verluste auf Handelsebene wurden auf Basis von Kranert et al. (2012) entsprechend der Vorgehensweise in Eberle und Fels (2016) den Lebensmitteln zugeordnet.

Transporte

Die Transporte zum Großhandel und vom Groß- in den Einzelhandel wurden über durchschnittliche innerdeutsche Transporte abgebildet.

Dies beinhaltet eine durchschnittliche Transportdistanz, durchschnittliche Anteile von Bahn-, Binnenschifffahrt- und Straßentransporten. Hierfür wurden statistische Daten (Destatis 2019) für die im Jahr 2018 transportierten Erzeugnisse der Land- und Forstwirtschaft und der Fischerei sowie von Nahrungs- und Genussmitteln analysiert.

Für LKW-Transporte wurde die Verteilung der Transportanteile auf Emissionsstandards auf Basis von Statistiken des Kraftfahrtbundesamts durchgeführt (KBA 2019). Die Transporte, die die EURO 5-Norm erfüllen, wurden vernachlässigt, da diese nur einen geringfügigen Anteil an den Transporten haben. Für die Transporte wurden, die in **Tabelle 11** aufgeführten Datensätze, verwendet.

Tabelle 11 Verwendete Datensätze für innerdeutsche Transporte

| Prozess | Datenbank | Datensatz | Zeitlicher Bezug |
|----------------------------------|---------------|---|------------------|
| LKW-Transport, EURO 5 | Ecoinvent 3.6 | transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 [RER] | 2009 |
| LKW-Transport, EURO 6 | | transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO6 [RER] | 2009 |
| Transport über Binnenschifffahrt | | transport, freight, inland waterways, barge [RER] | 1998 |
| Transport über Eisenbahn | | transport, freight train [DE] | 2000 |

6.3 Lebensmittelverarbeitung

Die Lebensmittelverarbeitung (Abbildung 6) umfasst den Energieverbrauch für die Verarbeitung. Benötigte Betriebsstoffe wie bspw. Reinigungschemikalien wurden nicht berücksichtigt.

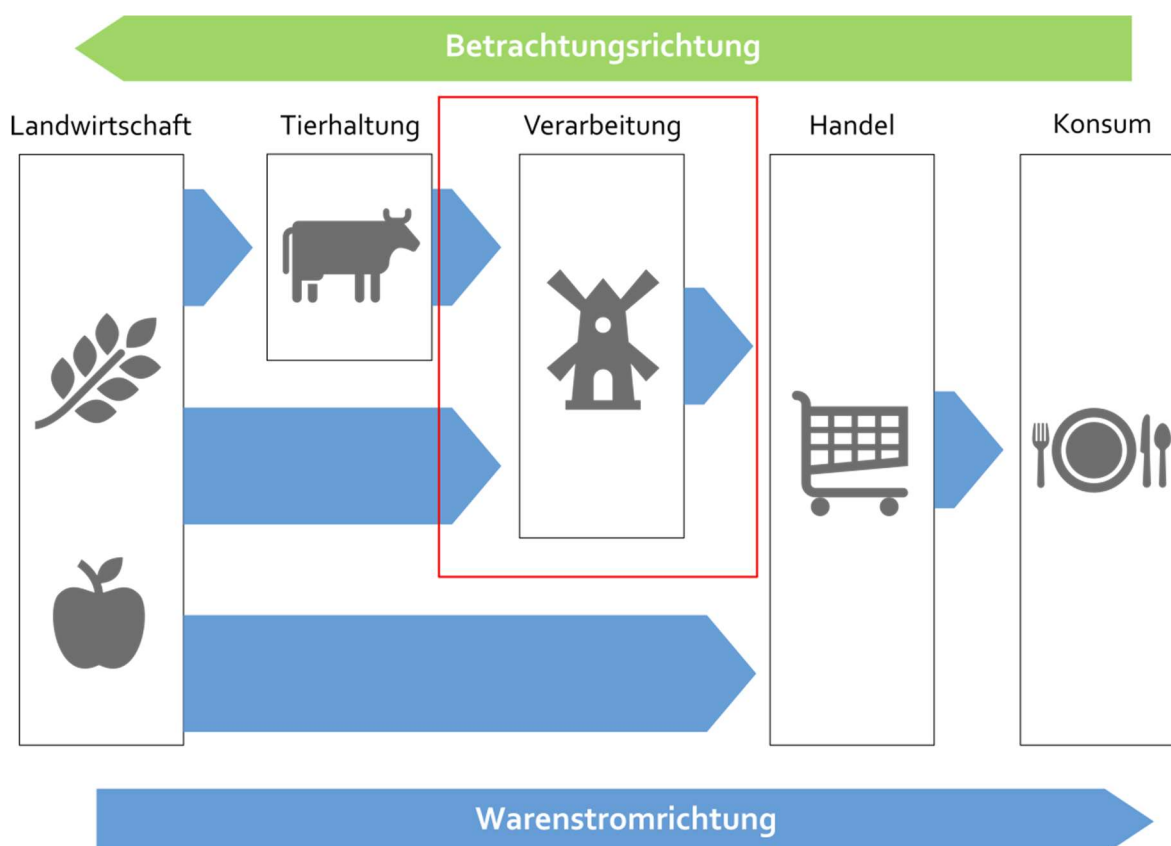


Abbildung 6: Verarbeitungsphase

Energieverbrauch

Zur Quantifizierung der Umweltwirkungen, die aus der Verarbeitung von Nahrungsmitteln resultieren, wurde auf die Tabellen 'Energieverbrauch des produzierenden Ernährungsgewerbes' des Statistischen Jahrbuchs für die Jahre 2014-16 zurückgegriffen (BMEL, 2014-2016). Die zugrunde liegenden Erhebungen erstrecken sich auf sämtlichen nahrungsmittelverarbeitenden Betrieben mit mindestens 50 beschäftigten Personen. Im Jahresvergleich werden darin die Primärenergieverbräuche, differenziert nach sieben Energieträgern und 38 Wirtschaftszweigen, innerhalb des deutschen Ernährungsgewerbes unterschieden. Zur Ermittlung daran gekoppelter Umweltlasten wurden die emissionsrelevanten Energieträger mit entsprechenden Emissionsfaktoren aus GEMIS (Jahresbezug: 2015) verrechnet (IINAS 2020). Zur Bestimmung produktspezifischer Werte auf Basis der funktionellen Einheit von 1 kg wurden diese durch die entsprechenden Produktionsmengen geteilt.

Die Verarbeitung folgender Produkte basiert auf den Energieverbräuchen des BMEL:

- Fleischwaren Geflügel, Schwein und Rind
- Wurst
- Milchprodukte (Milch, Joghurt, Sahne, Butter, Käse, Vollmilchpulver, Kondensmilch)
- Fisch
- Tofu, angenommen als Herstellung von Quark
- Mehl, Weizen und Roggen
- Backwaren aus Weizen und Roggen
- Teigwaren aus Weizen
- Kartoffelstärke
- Haferflocken, angenommen über Mahl- und Schälmmühlen
- Zucker
- Reis, angenommen über Mahl- und Schälmmühlen
- Kakao, angenommen über die Herstellung von Süßwaren
- Oliven-, Raps-, Sonnenblumen und Sojaöl, angenommen über Herstellung von Ölen und Fetten
- Palmöl, angenommen über Herstellung von Margarine

Die einzelnen angegebenen Energieträger wurden mit ecoinvent 3.6 Datensätzen hinterlegt. Die verwendeten Datensätze sind in **Tabelle 12** aufgeführt.

Lebensmittelverluste

Die Verluste auf Ebene der Verarbeitung basieren auf Gustavsson et al. (2011). Es wurden die Verlustraten für Europa verwendet, da nur die Verarbeitung in Deutschland betrachtet wird. Bei der Verarbeitung von Fisch und Meeresfrüchten wird eine durchschnittliche Ausbeute von 50 % angenommen.

Transporte

Die Transporte zu und zwischen den verarbeitenden Betrieben wurden als innerdeutsche Transporte modelliert (siehe **Transporte** im Handel).

Tabelle 12: Verwendete Datensätze zur Modellierung des Energieverbrauchs auf Ebene der Verarbeitung

| Prozess | Datenbank | Datensatz | Zeitlicher Bezug |
|---|---------------|---|------------------|
| Wärme aus Erdöl | Ecoinvent 3.6 | heat production, heavy fuel oil, at industrial furnace 1MW [Europe without Switzerland] | 2001 |
| Wärme aus Kohle | | heat production, at hard coal industrial furnace 1-10MW [Europe without Switzerland] | 1988 |
| Wärme aus Erdgas | | heat production, natural gas, at industrial furnace >100kW [Europe without Switzerland] | 2000 |
| Elektrische Energie | | market for electricity, low voltage [DE] | 2014 |
| Erneuerbare Energien, Spannungstransformation | | electricity voltage transformation from high to medium voltage [DE] | 2012 |
| Erneuerbare Energien, Mix | GEMIS 5 | El-mix-DE-2018 | |
| Erneuerbare Energien, Solar | Ecoinvent 3.6 | electricity production, photovoltaic, 570kWp open ground installation, multi-Si [DE] | 2008 |
| Erneuerbare Energien, Offshore-Wind | | electricity production, wind, 1-3MW turbine, offshore [DE] | 2000 |
| Erneuerbare Energien, Wasserkraft | | electricity production, hydro, run-of-river [DE] | 2012 |
| Erneuerbare Energien, Onshore-Wind | | electricity production, wind, 1-3MW turbine, onshore [DE] | 2005 |

6.4 Landwirtschaftliche Erzeugung

Die landwirtschaftliche Erzeugung umfasst den Anbau pflanzlicher Agrarprodukte (Kap. 6.4.1) sowie die Tierhaltung, der auch die Fischerzeugung bzw. der Fischfang zugeordnet sind (Kap. 6.4.2). Zudem werden hier auch die Importe zugeordnet, da diese auf Ebene der Agrarprodukte angenommen wurden.

6.4.1 Anbau pflanzlicher Agrarprodukte

Der Anbau der Agrarprodukte umfasst die landwirtschaftliche Erzeugung der pflanzlichen Agrarprodukte für den direkten menschlichen Verzehr, die Verarbeitung und für die Verwendung als Futtermittel in der Tierhaltung (Abbildung 7).

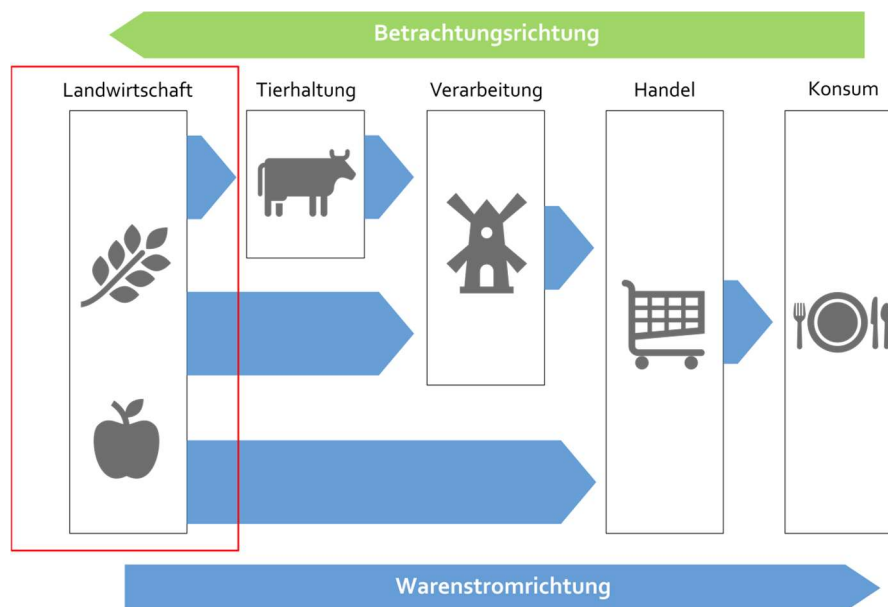


Abbildung 7: Landwirtschaftliche Erzeugung: Anbau pflanzlicher Agrarprodukte

Die benötigten Verbrauchsdaten wie z. B. Energie- und Düngemittelverbrauch wurden der Datenbank susDISH des Instituts für nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft (INL 2020) entnommen. Hier liegen Daten für die meisten Produkte und Herkunftsländer vor. Sind die Daten eines Agrarprodukts nicht für ein Land verfügbar, jedoch für andere Länder, wird der Anbau über die Annahme modelliert, dass sich die Verbräuche im Anbau für dieses Land so verhalten in einem Land mit ähnlichen klimatischen Bedingungen. Die Herkunftsländer der Agrarprodukte wurden über Handelsstatistiken der FAO bestimmt (FAO 2020a).

Energieverbrauch

In der Landwirtschaft wurde der Primärenergieverbrauch folgender Prozesse berücksichtigt:

- Bereitstellung und Verbrennung von Diesel für Traktoren und andere landwirtschaftliche Maschinen (Mähdrescher, Erntemaschinen, etc.)
- Energieverbrauch von Bewässerungspumpen
- Energieverbrauch von Gewächshäusern
- Energieverbräuche durch Kühlung und Lagerung

Da eine Aufteilung des Energieverbrauchs in mechanische und elektrische Energie im Rahmen dieser Studie nicht möglich war, wurde der gesamte Primärenergieverbrauch als mechanische Energie modelliert. Der daraus entstehende Fehler wird als gering eingeschätzt, da der Anteil elektrischer Energie bei den meisten Prozessen, wenn überhaupt vorhanden, gering ist.

Die mechanische Energie wurde modelliert über die Verbrennung und Bereitstellung von Diesel. Hierfür wurden die in Tabelle 13 aufgeführten Datensätze verwendet.

Tabelle 13: Verwendete Datensätze zur Modellierung der mechanischen Energie in der Landwirtschaft

| Prozess | Datenbank | Datensatz | Zeitlicher Bezug |
|---------------------------|---------------|--|------------------|
| Bereitstellung von Diesel | Ecoinvent 3.6 | market for diesel, low-sulfur [Europe without Switzerland] | 2000 |
| Verbrennung von Diesel | GEMIS 5 | Dieselmotor-generisch-Landwirtschaft (Endenergie) | 2000 |

Flächennutzung/Erträge

Die Ertragsdaten wurden auf Basis von Ertragsstatistiken der FAO (FAO 2020b) als Mittelwert aus den Jahren 2015-2017 berechnet.

Wasser

Das genutzte Wasser zur Bewässerung wurde auf Länder- und Produktebene nach Daten von Mekonnen und Hoekstra (2010) modelliert.

Düngemittel

Die Produktion der eingesetzten Düngemittel von Kalium-, Phosphat- und Stickstoffdüngemitteln wurde auf Basis von Datensätzen aus ecoinvent 3.6 abgebildet. Die verwendeten Datensätze sind in [Tabelle 14](#) dargestellt.

Tabelle 14: Verwendete Datensätze zur Modellierung der Düngemittelproduktion

| Prozess | Datenbank | Datensatz | Zeitlicher Bezug |
|------------------|---------------|---|------------------|
| Kaliumdünger | Ecoinvent 3.6 | market for potassium fertiliser, as K ₂ O [GLO] | 2012 |
| Phosphatdünger | | market for phosphate fertiliser, as P ₂ O ₅ [GLO] | 2011 |
| Stickstoffdünger | | market for nitrogen fertiliser, as N [GLO] | 2011 |

Direkte Emissionen

Direkte Emissionen von Ammoniak, biogenem Kohlenstoffdioxid, Distickstoffmonoxid (Lachgas) und biogenem Methan wurden der susDISH-Datenbank (INL 2020) entnommen und als direkte Emissionen ins Modell integriert.

Treibhausgasemissionen aus Landnutzungsänderungen

Werte für die Treibhausgasemissionen aus Effekten der Landnutzung (LU) und direkten Landnutzungsänderungen (dLUC) – zusammen als LULUC bezeichnet - wurden der susDISH-Datenbank (INL 2020) entnommen und als direkte Emissionen ins Modell integriert.

Die Emissionen aus Landnutzung und Landnutzungsänderungen basieren auf der Flächenexpansion unterschiedlicher Agrarprodukte eines Landes im Zeitraum von 1990-2010. Es wird also über diesen Zeitraum analysiert, wie stark die durchschnittliche Flächenexpansion ist und welche Flächen zusätzlich beansprucht werden (Wälder, Moore oder andere Agrarflächen). Dadurch ergeben sich durchschnittliche LULUC-Emissionen pro Flächenzuwachs für einzelne Agrarprodukte im betrachteten Land. Über die Bestimmung des durchschnittlichen Flächenertrags in den Jahren 2009-2011 lassen sich anschließend die LULUC-Emissionen auf die produzierte Menge eines Agrarprodukts beziehen. Diese Werte wurden in der vorliegenden Studie genutzt, um für die Produkte des durchschnittlichen Lebensmittelwarenkorb in Deutschland die LULUC-Emissionen zu ermitteln.

Ein Beispiel: Für den Status-Quo-Warenkorb werden 135 kg Sojabohnen geerntet und in Form von Sojaöl und Futtermittel verbraucht. Diese stammen zu 52 % aus Brasilien. Diese Menge wird mit dem produktspezifischen dLUC-Faktor für Sojaanbau in Brasilien von 4.634 g THG-Emissionen durch direkte Landnutzungsänderungen pro kg Sojabohne in Brasilien multipliziert, um die dLUC-Emissionen zu ermitteln.

Lebensmittelverluste

Die Verluste auf Ebene der Agrarprodukte wurden nach Gustavsson et al. (2011) den Erzeugungsländern bzw. -regionen und Lebensmittelkategorien zugeordnet. Dabei wurden sowohl Verluste in der landwirtschaftlichen Erzeugung als auch in der Nacherntebehandlung und Lagerung berücksichtigt. Für Äpfel, Kartoffeln und Weizen aus deutschem Anbau wurden die präziseren Daten aus Peter et al. (2013) genutzt.

6.4.2 Tierhaltung

Die Tierhaltung umfasst die Herstellung von Futtermitteln, den Energieverbrauch in der Tierhaltung sowie die direkten Emissionen. Zudem werden hier auch die Fischerzeugung bzw. der Fischfang zugeordnet.

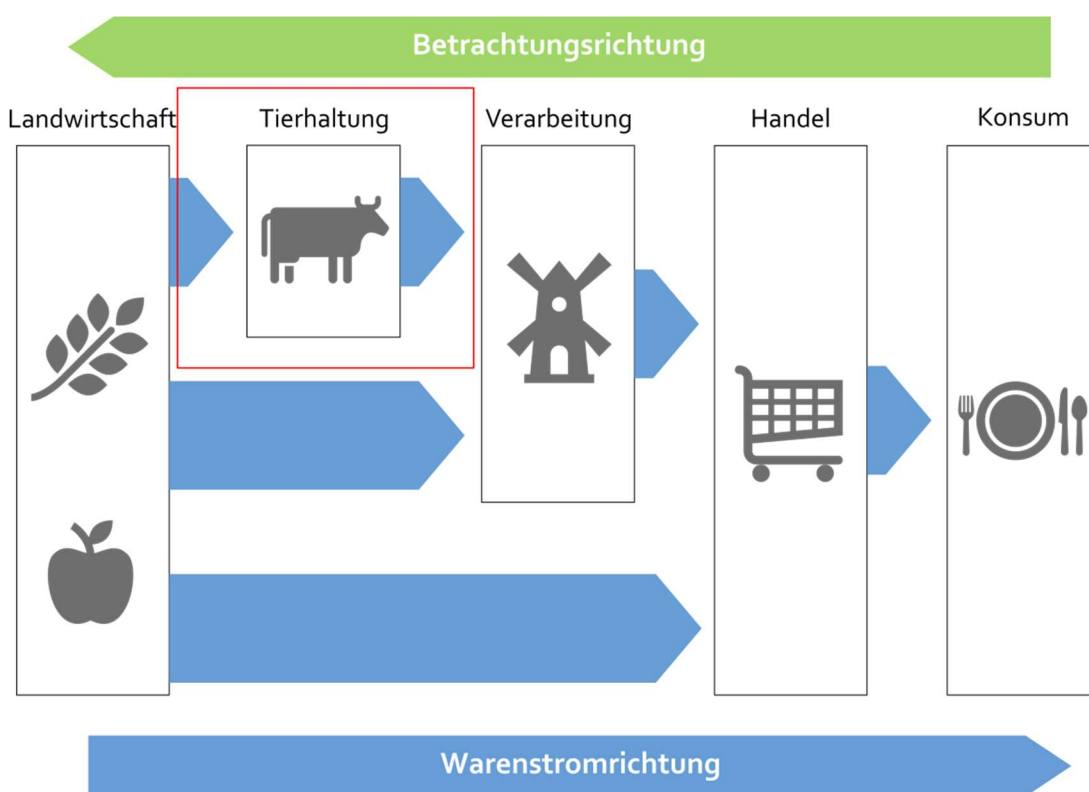


Abbildung 8: Landwirtschaftliche Erzeugung: Tierhaltung

Die benötigten Daten wie z. B. Energie- und Düngemittelverbrauch sowie direkte Emissionen durch die Tierhaltung wurden der Datenbank susDISH des Instituts für nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft (INL 2020) entnommen. Die Herkunftsländer der Tierprodukte wurden über Handelsstatistiken der FAO bestimmt (FAO 2020a).

Futtermittel

Die Futtermittelzusammensetzung wurde aus GEMIS 5 übernommen (IINAS 2020). Die Futtermittelzusammensetzung liegt in GEMIS 5 für die übergeordneten Regionen Westeuropa, Mittel- und osteuropäische Länder (CEE), Nordeuropa, Südeuropa und Deutschland vor, wobei Deutschland Westeuropa zugeordnet ist. Die Zuordnung aller Tierprodukte und Länder zu diesen Regionen ist in [Tabelle 15](#) aufgeführt.

Tabelle 15: Zuordnung von GEMIS-Futtermitteldatensätzen zu Tieren und Ländern

| Tier | Land | GEMIS-Datensatz Tierhaltung\... |
|--------------|-------------|------------------------------------|
| Masthähnchen | Deutschland | Masthähnchen-Westeuropa-2010 |
| | Niederlande | |
| | Belgien | |
| | Brasilien | |
| | Österreich | |
| | Polen | Masthähnchen-CEE-2010 |
| Legehennen | Deutschland | Legehennen (Ei)-Westeuropa-2010 |
| | Niederlande | Legehennen (Ei)-CEE-2010 |
| | Polen | |
| Mastschwein | Deutschland | Mastschwein-Westeuropa-2010 |
| | Niederlande | Mastschwein-Nordeuropa-2010 |
| | Dänemark | |
| Mastrind | Deutschland | Mastbulle-Westeuropa-2010 |
| | Niederlande | |
| | Österreich | |
| | Frankreich | |
| | Belgien | |
| | Polen | Mastbulle-CEE-2010 |
| | Dänemark | Mastbulle-Nordeuropa-2010 |
| Milchkuh | Deutschland | Milchkuh (Milch)-Westeuropa-2010 |
| | Belgien | |
| | Österreich | |
| | Tschechien | Milchkuh (Milch)-CEE-2010 |
| | Polen | |
| | Dänemark | Milchkuh (Milch)-Nordeuropa-2010 |

Energieverbrauch

Die in der Tierhaltung benötigte Energie ist denselben GEMIS-Datensätzen entnommen wie die Futtermittelzusammensetzung (Tabelle 3).

Die Modellierung erfolgte wie auf Ebene der Erzeugung der Agrarprodukte (Kap. 6.4.1).

Direkte Emissionen

Direkte Emissionen aus der Tierhaltung sind Ammoniak, biogenes Kohlendioxid, Distickstoffmonoxid (Lachgas) und biogenes Methan. Die Werte wurden der susDISH-Datenbank (INL 2020) entnommen und als direkte Emissionen ins Modell integriert.

Lebensmittelverluste

Die Verluste in der Tierhaltung wurden nach Gustavsson et al. (2011) den Erzeugungsländern bzw. regionen und Lebensmittelkategorien zugeordnet

Fischerzeugung und Fischfang

Da der Konsum von Fisch und Meeresfrüchten in den BMEL-Statistiken nur aggregiert angegeben ist, erfolgte die Einteilung in Produkte aus Wildfang und Aquakultur anhand der Hauptimportprodukte, die in der Datenbank für Fische und Meeresfrüchte der FAO (FishStatJ 2020) angegeben sind.

Für Fisch und Meeresfrüchte wurden die Importe der Jahre 2015-2017 gemittelt. Die fünf Produkte mit den größten Importmengen wurden in der Studie betrachtet. Aus diesen fünf Produkten geht hervor, dass in Deutschland 70 % des Konsums aus Wildfang und 30 % aus Aquakulturen stammen. Für die fünf Produkte wird zusätzlich zu Deutschland das Hauptexportland modelliert.

Die Anteile an deutschem Wildfang und Erzeugnissen aus deutschen Aquakulturen wird den BMEL-Daten (BMEL, 2017-2019) entnommen. Die Anteile an den Importen werden den FAO-Daten entnommen (FAO 2020b).

Da Fisch und Meeresfrüchte nur einen sehr geringen Anteil am deutschen Warenkorb ausmachen, wird der aus diesen Vereinfachungen entstehende Fehler als gering eingeschätzt.

Für den Fischfang wird der mechanische Energieverbrauch der Schiffe bis zur Anlandung modelliert. Für Aquakulturen werden der Energieverbrauch und die Flächenbelegung, die entstehenden Stickstoffemissionen und direkte Emissionen durch die Futtermittelerzeugung modelliert. Die Werte hierfür stammen aus der susDISH-Datenbank.

Die verwendeten Datensätze zur Modellierung des Fischfangs und der Aquakulturen sind in **Tabelle 16** aufgeführt.

Tabelle 16: Verwendete Datensätze zur Modellierung des Fischfangs und der Aquakulturen

| Prozesse | Datenbank | Datensatz | Zeitlicher Bezug |
|--------------------------------|---------------|---|------------------|
| Mechanische Energie, Fischfang | Ecoinvent 3.6 | market for diesel, burned in fishing vessel [GLO] | 2016 |

Importanteile

Die Produkte für den deutschen Lebensmittelverzehr stammen aus vielen verschiedenen Ländern. In dieser Studie werden über 30 Agrarprodukte aus über 50 Ländern betrachtet. Die Importe wurden alle auf Ebene der Agrarerzeugnisse angenommen. Der Anteil an Importprodukten ergibt sich aus den BMEL-Versorgungsstatistiken (BMEL, 2017-2019). Dabei wurde angenommen, dass alle Exporte aus Deutschland zu 100 % aus der Inlandserzeugung stammen. Alle Importe wurden dem Inlandsverbrauch zugerechnet. Die Herkunftsländer der importierten Rohwaren wurden über die Handelsstatistiken der FAO bestimmt (FAO 2020a). Bei Reimporten (Kakao über Belgien) wurden die Handelsdaten für die Durchgangsländer ebenfalls mittels FAO-Statistiken bestimmt.

Die Importe von Fisch und Meeresfrüchten wurden mittels der Datenbank FishStatJ (2020) der FAO bestimmt.

Transporte

Die Transporte aus dem Ausland nach Deutschland wurden wie folgt modelliert:

- Überseetransporte:
 - Berechnung der Transportdistanz von der Hauptstadt zum größten Hafen mittels Google Maps, zurückgelegt mit dem LKW
 - Berechnung der Seeweg-Transportdistanz vom größten Hafen nach Rotterdam mittels www.sea-distances.org, zurückgelegt mit dem Schiff
 - Berechnung der Transportdistanz von Rotterdam nach Frankfurt am Main, zurückgelegt mit dem LKW
- Transporte auf dem Landweg:

- Berechnung der Transportdistanz von der Hauptstadt nach Frankfurt am Main, zurückgelegt mit dem LKW

Für die Modellierung wurden die in Tabelle 17 aufgeführten Datensätze verwendet.

Tabelle 17: Verwendete Datensätze für die Rohwarenimporte

| Prozess | Datenbank | Datensatz | Zeitlicher Bezug |
|-------------------------------------|---------------|--|------------------|
| LKW-Transport, europäisches Ausland | Ecoinvent 3.6 | market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 [RoW] | 2011 |
| LKW-Transport, EU | | market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 [RER] | 2011 |
| Schiffstransporte | | market for transport, freight, sea, container ship [GLO] | 2007 |

7. Allokationen

Neben der Masseallokation wurden folgende Allokationsmethoden in dieser Studie angewandt:

- **Ökonomische Allokation:** Diese Allokationsmethode wurde gewählt bei der Zuordnung der Umweltauswirkungen zu den verschiedenen Produkten in der Milcherzeugung. Die Allokation erfolgte wie bei Eberle und Fels (2016):
 - Milch: 88 %
 - Altkuh- und Kalbfleisch: 12 %
- **Allokation nach Trockenmassegehalt:** Diese Allokationsmethode wurde bei der Zuordnung der Umweltauswirkungen auf die unterschiedlichen in der Milchverarbeitung entstehenden Produkte gewählt. Sie wurde mit den verwendeten Verarbeitungsdaten aus der susDISH-Datenbank übernommen.
- **Allokation nach Energiegehalt:** Diese Allokationsmethode wurde bei der Zuordnung der Umweltauswirkungen auf die verschiedenen Produkte, die in der Produktion von Extraktionsschrotten und Ölen (Raps, Palmenfrucht, Soja, Sonnenblumen) entstehen. Die erfolgte auf Basis der Angaben in den Datensätzen von GEMIS 5 (IINAS 2020).

8. Literatur

- Blonk Consultants (2014): Direct Land Use Change Assessment Tool v1, Gouda. <https://www.blonkconsultants.nl/portfolio-item/direct-land-use-change-assessment-tool/?lang=en> (zuletzt geprüft: 29.10.2020)
- BMEL (2014-2016): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Energieverbrauch des produzierenden Ernährungsgewerbes 2014-2016. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Berlin
- BMEL, (2017-2019): Statistisches Jahrbuch, Ernährungswirtschaft, Versorgung mit Lebensmitteln
- Boulay, Anne-Marie, Bare, Jane, Benini, Lorenzo et al., (2017): The WULCA consensus characterization model for water scarcity footprints: assessing impacts of water consumption based on available water remaining (AWARE). *Int J Life Cycle Assess* 23, 368–378 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1333-8>
- Boulay, Anne-Marie, Lenoir, Léo, Manzardo, Alessandro (2019): Bridging the Data Gap in the Water Scarcity Footprint by Using Crop-Specific AWARE Factors. *Water* 2019, 11, 2634.
- Campbell, Bruce M., Beare, Douglas J., Bennett, Elena M., Hall-Spencer, Jason M., Ingram, John S., Jaramillo, Fernando et al., (2017): Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *Ecology and Society*, 22(4). Crist, Eileen; Mora, Camilo; Engelman, Robert (2017): The interaction of human population, food production, and biodiversity protection. In: *Science (New York, N.Y.)* 356 (6335), S. 260–264. DOI: 10.1126/science.aal2011
- Crist, Eileen, Mora, Camilo, Engelman, Robert (2017): The interaction of human population, food production, and biodiversity protection. *Science* 21st April 2017, Vol. 356, Issue 6335, pp. 260–264. DOI: 10.1126/science.aal2011
- Destatis (2019): Beförderungsleistung im Inland nach Verkehrsträgern und Güterabteilungen 2018 (NST -2007). Online verfügbar unter: [www. https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Transport-Verkehr/Gueterverkehr/Tabellen/verkehrstraeger-gueterabteilung-b.html](http://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Transport-Verkehr/Gueterverkehr/Tabellen/verkehrstraeger-gueterabteilung-b.html), zuletzt geprüft: 04.11.2020
- Dudley, Nigel; Alexander, Sasha (2017): Agriculture and biodiversity. A review. In: *Biodiversity* 18 (2-3), S. 45–49. DOI: 10.1080/14888386.2017.1351892
- Eberle, Ulrike, Fels, Jacob, (2016): Environmental impacts of German food consumption and food losses. *Int J Life Cycle Assess* 21, 759–772. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0983-7>
- EDA (2018). Product Environmental Footprint Category Rules for dairy products. European Dairy Association, Brüssel, https://ec.europa.eu/environment/eussd/smgp/pdf/PEFCR-DairyProducts_2018-04-25_V1.pdf (zuletzt geprüft: 29.10.2020)
- EVS (2013): Einkommens- und Verbrauchsstichprobe. Wirtschaftsrechnungen, Fachserie 15 Heft 7, Statistisches Bundesamt, November 2017
- FAO (2020a): Detailed trade matrix. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Online verfügbar unter: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TM>, zuletzt geprüft: 04.11.2020
- FAO (2020b): Crops. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Online verfügbar unter: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>, zuletzt geprüft: 04.11.2020
- Fehrenbach, H., Grahl, B., Giegrich, J. et al. (2015): Hemeroby as an impact category indicator for the integration of land use into life cycle (impact) assessment. *Int J Life Cycle Assess* 20, 1511–1527. <https://doi.org/10.1007/s11367-015-0955-y>
- FishStatJ (2020): FishStatJ-Datenbank. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Online verfügbar unter: www.fao.org/fishery/statistics/software/FishStatJ/en, zuletzt geprüft: 03.11.2020
- Gustavsson, Jenny; Cederberg, Christel; Sonesson, Ulf; van Otterdijk, Robert; Meybeck, Alexandre (2011): Global food losses and food waste. Extent, causes and prevention. FAO: Rom. Online verfügbar unter <http://www.fao.org/docrep/014/mbo60e/mbo60e.pdf>, zuletzt geprüft 04.11.2020.
- IINAS (2020): GEMIS - Globales Emissions-Modell integrierter Systeme. Internationale Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und –strategien, Darmstadt
- IPCC (2013): Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the*



- Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC (2014): Climate Change 2014. Summary for Policymakers. In: IPCC (Hg.): Climate Change 2014. Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Unter Mitarbeit von Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx. New York NY: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA
- Jepsen, D.; Vollmer, A.; Eberle, U.; Fels, J.; ## (2016): Entwicklung von Instrumenten zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen; UBA/Texte 85/2016
- KBA (2019): Verkehr deutscher Lastkraftfahrzeuge (VD1), Verkehrsaufkommen Jahr 2018, Kraftfahrt-Bundesamt, Oktober 2019, Flensburg
- Kemmler, Andreas, Straßburg, Samuel, Seefeldt, Friedrich, Anders, Natalia, Rohde, Clemens, Fleiter, Tobias, Aydemir, Ali, Kleeberger, Heinrich, Hardi, Lukas, Geiger, Bernd (2017): Datenbasis zur Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen in der Zeitreihe 2005-2014. Dessau-Roßlau, Januar 2017. Umweltbundesamt.
- Kranert, M.; Hafner, G.; Barabosz, J.; Schuller, H.; Leverenz, D.; Kölbig, A.; Schneider, F.; Lebersorger, S.; Scherhauser, S. (2012): Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland. Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft. Online verfügbar unter http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/WvL/Studie_Lebensmittelabfael_le_Langfas-sung.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft 04.11.2020.
- Leip, Adrian, Weiss, F., Lesschen, Jan Peter, & Westhoek, Henk (2014). The nitrogen footprint of food products in the European Union. *The Journal of Agricultural Science*, 152(S1), 20.
- Lindner, J.P.; Fehrenbach, H.; Winter, L.; Bloemer, J.; Knuepffer, E. (2019): Valuing Biodiversity in Life Cycle Impact Assessment. *Sustainability* 2019, 11, 5628.
- Lindner et al. (2020): Biodiversität in Ökobilanzen – Weiterentwicklung und vergleichende Studien. Abschlussbericht. Bundesamt für Naturschutz, Bonn. <https://www.bfn.de/infothek/veroeffentlichungen/bfn-skripten.html>
- Meier, Toni, Christen, Olaf, Semler, Edmund, Jahreis, Gerhard, Voget-Kleschin, Lieske, Schrode, Alexander, Artmann, Martina (2014a): Balancing virtual land imports by a shift in the diet: Using a land balance approach to assess the sustainability of food consumption. In: *Appetite* 74: 20-34.
- Meier, Toni (2014b): Umweltschutz mit Messer und Gabel - Der ökologische Rucksack der Ernährung in Deutschland. oekom-Verlag, München.
- Mekonnen, Mesfin M. and Hoekstra, Arjen Y. (2010): The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products, Value of Water Research Report Series No. 47, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands. <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report47-WaterFootprintCrops-Vol1.pdf>, zuletzt geprüft: 04.11.2020
- Newbold, Tim; Hudson, Lawrence N.; Arnell, Andrew P.; Contu, Sara; Palma, Adriana de; Ferrier, Simon et al. (2016): Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. In: *Science (New York, N.Y.)* 353 (6296), S. 288–291. DOI: 10.1126/science.aaf2201
- Nobis, Claudia und Kuhnimhof, Tobias (2018): Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht. Studie von infas, DLR, IVT und infas 360 im Auftrag des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur (FE-Nr.70.904/15). Bonn, Berlin. www.mobilitaet-in-deutschland.de (zuletzt geprüft: 02.11.2020)
- Peter, G.; Kuhnert, H.; Haß, M.; Banse, M.; Roser, S.; Trierweiler, B.; Adler, C. (2013): Einschätzung der pflanzlichen Lebensmittelerluste im Bereich der landwirtschaftlichen Urproduktion. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Max Rubner-Institut, Julius Kühn-Institut. Online verfügbar unter http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/WvL/Studie_Lebensmittelerluste_Landwirtschaft.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft 04.11.2020.
- Reisch, Lucia; Eberle, Ulrike; Lorek, Sylvia (2013): Sustainable food consumption: an overview of contemporary issues and policies. In: *Sustainability: Science, Practice and Policy* 9 (2), S. 7–25. DOI: 10.1080/15487733.2013.11908111
- Rockström, Johan; Williams, John; Daily, Gretchen; Noble, Andrew; Matthews, Nathaniel; Gordon, Line et al. (2017): Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. In: *Ambio* 46 (1), S. 4–17. DOI: 10.1007/s13280-016-0793-6



- Rockström, Johan, Edenhofer, Ottmar, Gaertner, Juliana, & DeClerck, Fabrice (2020). Planet-proofing the global food system. *Nature Food*, 1(1), 3-5.
- Steffen, Will; Richardson, Katherine; Rockström, Johan; Cornell, Sarah E.; Fetzer, Ingo; Bennett, Elena M. et al. (2015): Sustainability. Planetary boundaries. Guiding human development on a changing planet. In: *Science (New York, N.Y.)* 347 (6223), S. 1259855. DOI: 10.1126/science.1259855
- Wiegmann, Kirsten; Eberle, Ulrike; Fritsche, Uwe R.; Hünecke, Katja (2005): Umweltauswirkungen von Ernährung. Stoffstromanalysen und Szenarien. Ernährungswende-Diskussionspapier Nr. 7, Darmstadt/Hamburg, Online verfügbar unter www.ernaehrungs-wende.de.
- Willett, Walter; Rockström, Johan; Loken, Brent; Springmann, Marco; Lang, Tim; Vermeulen, Sonja; Garnett, Tara; Tilman, David; DeClerck, Fabrice; Wood, Amanda; Jonell, Malin; Clark, Michael; J Gordon, Line; Fanzo, Jessica; Hawkes, Corinna; Zurayk, Rami; Rivera, Juan A; De Vries, Wim; Majele Sibanda, Lindiwe; Afshin, Ashkan; Chaudhary, Abhishek; Herrero, Mario; Agustina, Rina; Branca, Francesco; Lartey, Anna; Fan, Shenggen; Crona, Beatrice; Fox, Elizabeth; Bignet, Victoria; Troell, Max; Lindahl, Therese; Singh, Sudhvir; Cornell, Sarah E; Reddy, K Srinath; Narain, Sunita; Nishtar, Sania; Murray, Christopher J L (2019): Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems; *The Lancet*, Published online January 16, 2019 [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31788-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31788-4)
- World Health Organization - WHO (2018): Noncommunicable diseases country profiles 2018. Geneva: World Health Organization; 2018. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- WWF (2015): Nahrungsmittelverbrauch und Fußabdrücke des Konsums in Deutschland, WWF Deutschland, Berlin, März 2015

9. Anhang

Status Quo Warenkorb und die Warenkörbe der drei Eat Lancet Szenarien (Lebensmittelkonsum)

| Lebensmittel(gruppe) | Status Quo | Szenario I: | Szenario II: | Szenario III: |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | Warenkorb | Flexitarischer Warenkorb | Vegetarischer Warenkorb | Veganer Warenkorb |
| | Konsummenge pro Kopf und Jahr [kg] | Konsummenge pro Kopf und Jahr [kg] | Konsummenge pro Kopf und Jahr [kg] | Konsummenge pro Kopf und Jahr [kg] |
| Getreide | 107,52 | 100,10 | 96,44 | 96,44 |
| Reis | 5,29 | 4,92 | 4,74 | 4,74 |
| Weizenmehl | 9,78 | 9,10 | 8,77 | 8,77 |
| Backwaren Weizen | 64,57 | 60,08 | 57,89 | 57,89 |
| Teigware Weizen | 8,09 | 7,52 | 7,25 | 7,25 |
| Roggenmehl | 1,23 | 1,15 | 1,11 | 1,11 |
| Backwaren Roggen | 8,73 | 8,12 | 7,82 | 7,82 |
| Haferflocken | 3,21 | 2,99 | 2,88 | 2,88 |
| Mais | 2,90 | 2,70 | 2,60 | 2,60 |
| Kartoffelstärke* | 3,73 | 3,51 | 3,39 | 3,39 |
| Wurzeln oder stärkehaltige Gemüse | 37,28 | 25,18 | 27,19 | 43,78 |
| Kartoffeln | 37,28 | 25,18 | 27,19 | 43,78 |
| Gemüse | 109,49 | 151,14 | 163,24 | 282,77 |
| <i>dunkelgrünes Gemüse</i> | <i>18,03</i> | <i>58,71</i> | <i>63,40</i> | <i>94,26</i> |
| Brokkoli | 3,59 | 11,67 | 12,61 | 34,52 |
| Spinat | 2,51 | 8,18 | 8,83 | 19,20 |
| Gurken | 11,93 | 38,85 | 41,96 | 40,54 |
| <i>rotes & oranges Gemüse</i> | <i>67,45</i> | <i>55,50</i> | <i>59,94</i> | <i>94,26</i> |
| Tomaten | 50,15 | 43,80 | 47,30 | 70,08 |
| Karotten | 17,30 | 11,70 | 12,64 | 24,18 |
| <i>anderes Gemüse</i> | <i>24,01</i> | <i>36,94</i> | <i>39,90</i> | <i>94,26</i> |
| Kohl | 8,34 | 13,63 | 14,72 | 32,72 |
| Zwiebeln | 15,67 | 23,31 | 25,17 | 61,54 |
| Obst | 104,16 | 100,19 | 108,20 | 137,89 |
| Äpfel | 33,30 | 35,58 | 38,43 | 44,05 |
| Pfirsich | 6,54 | 7,57 | 8,18 | 8,66 |
| Trauben | 9,19 | 7,19 | 7,77 | 12,16 |
| Bananen | 20,45 | 12,62 | 13,63 | 27,05 |
| Orangen | 33,25 | 36,95 | 39,90 | 43,98 |
| Rosinen | 1,19 | 0,21 | 0,23 | 1,65 |
| Datteln | 0,24 | 0,05 | 0,06 | 0,34 |
| Milchprodukte | 123,47 | 79,54 | 85,90 | 0,00 |
| Milch | 51,47 | 41,14 | 44,44 | 0,00 |
| Joghurt | 29,87 | 32,51 | 35,11 | 0,00 |
| Sahne | 5,82 | 1,02 | 1,10 | 0,00 |
| Butter | 5,93 | 0,41 | 0,44 | 0,00 |
| Käse | 24,21 | 3,29 | 3,56 | 0,00 |
| Milchpulver | 4,94 | 0,51 | 0,55 | 0,00 |
| Kondensmilch | 1,22 | 0,65 | 0,70 | 0,00 |



Status Quo Warenkorb und die Warenkörbe der drei Eat Lancet Szenarien (Lebensmittelkonsum)
(Fortsetzung)

| Lebensmittel(gruppe) | Status Quo Warenkorb | Szenario I: Flexitarischer Warenkorb | Szenario II: Vegetarischer Warenkorb | Szenario III: Veganer Warenkorb |
|-------------------------------|---------------------------------------|--|--|---------------------------------------|
| | Konsummenge pro Kopf und Jahr [kg] | Konsummenge pro Kopf und Jahr [kg] | Konsummenge pro Kopf und Jahr [kg] | Konsummenge pro Kopf und Jahr [kg] |
| Proteinquellen | 81,77 | 126,23 | 104,05 | 108,02 |
| <i>Fleisch & Wurst</i> | 55,35 | 30,05 | 0,00 | 0,00 |
| Rind | 7,52 | 6,29 | 0,00 | 0,00 |
| Schwein | 11,21 | 6,29 | 0,00 | 0,00 |
| Geflügel | 8,22 | 9,98 | 0,00 | 0,00 |
| Wurst (inkl. Schmalz/Speck)** | 28,40 | 7,49 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Eier</i> | 12,92 | 5,65 | 5,84 | 0,00 |
| Eier | 12,92 | 5,65 | 5,84 | 0,00 |
| <i>Fisch</i> | 6,47 | 9,38 | 0,00 | 0,00 |
| Fisch | 6,47 | 9,38 | 0,00 | 0,00 |
| <i>Hülsenfrüchte</i> | 3,85 | 71,18 | 87,79 | 97,61 |
| Erbse | 1,92 | 40,06 | 40,06 | 40,06 |
| Bohne | 0,34 | 7,07 | 7,07 | 7,07 |
| Tofu | 0,00 | 0,00 | 10,32 | 20,64 |
| Erdnüsse | 1,59 | 24,05 | 30,34 | 29,84 |
| <i>Nüsse</i> | 3,18 | 9,96 | 10,41 | 10,41 |
| Mandeln | 1,20 | 3,75 | 3,92 | 3,92 |
| Haselnüsse | 0,83 | 2,60 | 2,72 | 2,72 |
| Cashew | 0,62 | 1,94 | 2,02 | 2,02 |
| Walnüsse | 0,54 | 1,68 | 1,76 | 1,76 |
| zugesetzte Fette | 21,58 | 18,20 | 19,78 | 19,78 |
| Palmöl | 4,76 | 2,68 | 2,68 | 2,68 |
| Olivenöl | 0,91 | 0,84 | 0,93 | 0,93 |
| Rapsöl | 6,19 | 5,71 | 6,30 | 6,30 |
| Sonnenblumenöl | 4,34 | 4,01 | 4,42 | 4,42 |
| Sojaöl | 5,37 | 4,95 | 5,46 | 5,46 |
| zugesetzte Zucker | 29,03 | 11,84 | 11,84 | 11,84 |
| Zucker | 29,03 | 11,84 | 11,84 | 11,84 |
| Sonstige*** | 2,80 | 2,79 | 2,79 | 2,79 |
| Kakao | 2,80 | 2,79 | 2,79 | 2,79 |
| GESAMT | 617,09 | 615,19 | 619,42 | 703,30 |

Legende: * Kartoffelstärke wird zu Getreide gerechnet aufgrund der Verwendung als Stärke; ** Wurst inkl. Speck & Schmalz; *** Lebensmittel, die in Deutschland eine Rolle spielen, aber keiner der Kategorien zugeordnet werden konnten



Methodenbericht