



Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences



INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG

Entwicklung eines Tools zur Evaluation und Visualisierung ökologischer Wirkungen von Suffizienzpraktiken

Bachelorarbeit

Name des Studiengangs:

Regenerative Energien

Fachbereich 1

vorgelegt von:

Julia Metla

Datum:

Berlin, 12.10.2021

Erstgutachter: Prof. Dr.-Ing. Friedrich Sick

Zweitgutachter: Dr.-Ing. Lars-Arvid Brischke

Abkürzungsverzeichnis

AHV	Außer-Haus-Verzehr
Äq.	Äquivalent
CH₄	Methan
CO₂	Kohlenstoffdioxid
IHV	Inner-Haus-Verzehr
IT	Informationstechnik
NO	Stickstoffmonoxid
NO₂	Stickstoffdioxid
N₂O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
NO_x	Stickoxide
O₃	Ozon
Pkm	Personenkilometer
SuPra	Suffizienzpraktik
THG	Treibhausgas(e)
Tkm	Tonnenkilometer
TTW	Tank-to-Wheel
WTT	Wheel-to-Tank

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fleischkonsum in Deutschland pro Person im Zeitraum 1991 bis 2020 nach (8)	3
Abbildung 2: prozentuale Verteilung des Ernährungsstils in Deutschland Stand 2018 nach: (9)	4
Abbildung 3: Anzahl der Vegetarier und Veganer in den letzten Jahren in Deutschland nach: (10).....	4
Abbildung 4: Gründe für vegetarische Ernährung nach: (13)	5
Abbildung 5: THG Emissionen pro Einwohner in Deutschland entlang der Wertschöpfungskette nach: (14).....	6
Abbildung 6: anteilige CO ₂ Emissionen beim Transport von Lebensmitteln nach: (21)	8
Abbildung 7: Anteil der Emissionen für die Verpackung an den Gesamtemissionen verschiedener Lebensmittel nach: (22)	9
Abbildung 8: virtueller Wasserverbrauch verschiedener Lebensmittel in Liter pro Kilogramm Produkt nach: (27)	10
Abbildung 9: Pro-Kopf-Verbrauch an blauem Wasser für verschiedene Ernährungsarten nach: (29)...	11
Abbildung 10: Verteilung der landw. Flächenbelegung durch tierische und pflanzliche Produkte pro Kopf nach: (4)	13
Abbildung 11: Verluste von Treibhausgasemissionen durch Lebensmittelverschwendung pro Einwohner (DE) nach: (14)	14
Abbildung 12: Entwicklung des Personen- und Güterverkehrs im Zeitraum 2014-2018 nach: (47) (48)	17
Abbildung 13: Klimawirkungen in g CO ₂ Äq. unterschiedlicher Verkehrsmittel nach: (41).....	19
Abbildung 14: NO _x -Emissionen in g NO _x je Personenkilometer verschiedener Verkehrsmittel nach: (41)	21
Abbildung 15: PM ₁₀ Emissionen in g PM ₁₀ je Personenkilometer unterschiedlicher Verkehrsmittel nach: (41)	21
Abbildung 16: Flächenbelegung unterschiedlicher Verkehrsmittel nach:	22
Abbildung 17: eigene Darstellung zur Mahlzeitenabfrage aus Anhang1_Ernährungsweisen_Metla / Übersicht Mahlzeiten	25
Abbildung 18: Auswirkungen verschiedener Randbedingungen auf die THG-Emissionen von Tomaten in g CO ₂ -Äq. / kg Lebensmittel.....	26
Abbildung 19: Ausschnitt aus Anhang1_Ernährungsweisen_Metla / Lebensmittelübersicht	27
Abbildung 20: Ausschnitt aus Anhang1_Ernährungsweisen_Metla / Übersicht Getränke	28
Abbildung 21: Umweltauswirkungen des deutschen Lebensmittelkonsums pro kg Produkt aus Anhang1_Ernährungsweisen_Metla / 1. SuPra - öko. Wirkungen.....	29
Abbildung 22: Vergleich des Wasserbedarfs unterschiedlicher tierischer Lebensmittel aus Anhang1_Ernährungsweisen_Metla / 2. SuPra - Wasserverbrauch	31
Abbildung 23: Flächenbedarf für 1000 Kilokalorien Nährwert pro Lebensmittel aus Anhang1_Ernährungsweisen_Metla / 3. SuPra - Flächenbedarf.....	32

Abbildung 24: Durchschnittliche Mengenanteile der Lebensmittelabfälle aus	
Anhang2_Lebensmittelverschwendung_Metla / Übersicht Lebensmittelabfälle.....	33
Abbildung 25: Durchschnittliche Mengenanteile der vermeidbaren Lebensmittelabfälle aus	
Anhang2_Lebensmittelverschwendung_Metla / Übersicht Lebensmittelabfälle.....	34
Abbildung 26: Mengenanteile der Wegwerf-Gründe prinzipiell vermeidbarer Lebensmittelabfälle aus	
Anhang2_Lebensmittelverschwendung_Metla / 1. SuPra – Tipps.....	35
Abbildung 27: Vergleich der THG-Emissionen von tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln aus	
Anhang2_Lebensmittelverschwendung_Metla / 2. SuPra - THG.....	36
Abbildung 28: Umweltbelastungen durch Lebensmittelverluste im IHV und AHV pro kg Lebensmittel	
aus Anhang2_Lebensmittelverschwendung_Metla / 3. SuPra Verzehrorte	37
Abbildung 29: Ausschnitt aus der Datenabfrage zum Verkehrsartenvergleich aus	
Anhang3_Mobilität_Metla/Übersicht Mobilität.....	39
Abbildung 30: Durchschnittliche Emissionen im Personenverkehr aus Anhang3_Mobilität_Metla/1.	
SuPra - Emissionen	41

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	II
Abbildungsverzeichnis.....	III
Kurzzusammenfassung.....	VII
1. Einleitung.....	1
2. Grundlagen Konsumfeld Ernährung.....	2
2.1 Ernährungsstil.....	2
2.1.1 Treibhausgasemissionen.....	6
2.1.1.1 konventioneller und ökologischer Landbau.....	7
2.1.1.2 Saisonalität und Regionalität.....	8
2.1.1.3 Lebensmittelverpackungen.....	9
2.1.2 landwirtschaftlicher Wasserverbrauch.....	10
2.1.3 landwirtschaftlicher Flächenbedarf.....	13
2.2 Lebensmittelverschwendung.....	14
2.2.1 Lebensmittelabfälle.....	15
2.2.2 Vermeidung von Lebensmittelabfällen und -verlusten.....	16
3. Grundlagen Konsumfeld Mobilität.....	17
3.1 Treibhausgasemissionen.....	18
3.2 Luftschadstoffe.....	20
3.3 Flächenbedarf.....	22
4. Methodik.....	23
5. Ergebnisse.....	24
5.1 Grundlegender Aufbau.....	24
5.2 Konsumfeld Ernährung – Ernährungsweise.....	25
5.2.1 Aufbau und Umsetzung der Startseite.....	25
5.2.2 Aufbau und Umsetzung der Suffizienzpraktiken.....	29
5.2.2.1 Suffizienzpraktik – Übersicht über die ökologischen Wirkungen.....	29
5.2.2.2 Suffizienzpraktik – zur Reduktion des landwirtschaftlichen Wasserbedarfs..	30
5.2.2.3 Suffizienzpraktik – zur Reduktion des landwirtschaftlichen Flächenbedarfs.	32
5.3 Konsumfeld Ernährung – Lebensmittelverschwendung.....	33
5.3.1 Aufbau und Umsetzung der Startseite.....	33
5.3.2 Aufbau und Umsetzung der Suffizienzpraktiken.....	35
5.3.2.1 Suffizienzpraktik - Tipps gegen Lebensmittelverschwendung.....	35
5.3.2.2 Suffizienzpraktik – Treibhausgasemissionen.....	36

5.3.2.3 Suffizienzpraktik – Inner-Haus-Verzehr und Außer-Haus-Verzehr.....	37
5.4 Konsumfeld Mobilität	39
5.4.1 Aufbau und Umsetzung der Startseite	39
5.4.2 Aufbau und Umsetzung der Suffizienzpraktiken	40
5.4.2.1 Suffizienzpraktik – Treibhausgasemissionen und Luftschadstoffe.....	40
6. Fazit und Ausblick	42
Eigenständigkeitserklärung	48

Kurzzusammenfassung

Gesellschaftliche Konsummuster haben einen großen Einfluss auf die Umwelt und das Klima. Steigende Treibhauseffekte, Zerstörung von Natur und Ökosystemen oder weltweiter Wasser- und Flächenmangel sind die Folgen. Um über die genauen Umweltwirkungen besser aufklären zu können, wird im Rahmen der wissenschaftlichen Arbeit ein Tool zur Evaluation und Visualisierung ökologischer Wirkungen von Suffizienzpraktiken entwickelt. Dieser sogenannte SuPra-Rechner, dient zur praktischen Anwendung und wird den Benutzer*innen aufzeigen, wie stark deren individueller Einfluss die Wirkungen durch ökologische Faktoren in unterschiedlichen Konsumfeldern mitbestimmt.

Zur Umsetzung des Tools, werden bereits bestehende Studien, Berichte oder Veröffentlichungen von Forschungsinstitutionen oder Umweltverbänden gesammelt und zusammengetragen. Anschließend werden den Inhalten die wichtigsten Kernaussagen entnommen und als komprimierte Version in Excel dargestellt. Die Informationen werden veranschaulichend aufbereitet und durch interaktive Datenabfragen ergänzt, welche die Benutzerfreundlichkeit erhöhen. Der Aufbau innerhalb Excels wird für jedes Konsumfeld ähnlich konstruiert. Zur allgemeinen Einordnung in das Konsumfeld, folgt eine Startseite mit Datenabfragen. Daraufhin werden dem Thema untergeordnete Suffizienzpraktiken mit unterschiedlich ausgeprägten Wirkungen auf ökologischer Ebene dargestellt. Letztere dienen zur Spezifikation der Inhalte.

Das Ziel des Rechners ist es die Konsumfelder Ernährung, Mobilität, Bauen & Wohnen und sonstiger Konsum (Recycling, Upcycling für IT, Kleidung, Möbel etc.) zu berücksichtigen. Durch die zeitlich begrenzte Zusammenarbeit mit dem Forschungspartner, dem ifeu- Institut für Energie- und Umweltforschung, werden nur die zwei Konsumfelder Ernährung und Mobilität im unterschiedlichen Umfang ausgearbeitet. Das Themenfeld der Ernährung besteht außerdem aus den Teilgebieten Ernährungsweise und Lebensmittelverschwendung.

Das Themengebiet Ernährungsweise geht durch eine Datenabfrage auf die unterschiedlichen Treibhausgaspotenziale verschiedener Lebensmittel ein. Diese werden nach Landbauvarianten, Saisonalität und Regionalität oder ihrer Verpackung unterschieden. Wobei sich ökologischer Landbau, Saisonalität und kurze Transportwege positiv auf die Klimabilanz auswirken. Des Weiteren wird auf die Reduktion von ökologischen Wirkungen, durch einen verringerten Fleischkonsum eingegangen. Dafür werden die Umweltwirkungen im Bereich Treibhausgasemissionen und landwirtschaftlicher Wasser- und Flächenbedarf veranschaulicht. Das Teilgebiet Lebensmittelverschwendung beschreibt, wie Lebensmittelabfälle vermeidbar sind und welche Randbedingungen welche Umweltwirkungen fördern. Wichtig in diesem Themenfeld ist die Aufklärung zur Vermeidung von Abfällen, wobei die Art und die Wegwerf-Gründe eine entscheidende Rolle spielen. Denn tierische Produkte ziehen weitaus größere Umweltwirkungen nach sich als pflanzliche. Um weitere ökologische Wirkungen einzugrenzen, sollte der Außer-Haus-Verzehr dem Inner-Haus-Verzehr vorgezogen werden. Im Konsumfeld Mobilität wird ein Verkehrsartenvergleich durchgeführt, indem die Emissionen und Reisedauer verschiedener Verkehrsmittel ins Verhältnis zur zurückgelegten Strecke gesetzt werden. Der Verkehrsartenvergleich vermittelt anschließend, dass der Flugverkehr und der Verkehr mit motorisierten Fahrzeugen konventioneller Antriebe, die höchsten Treibhausgasemissionen und Luftschadstoffe aufweisen. Geteilte Großfahrzeuge, wie Bus und Bahn haben hingegen ökologische Vorteile gegenüber dem Pkw. Der Fuß- und Fahrradverkehr haben den geringsten Einfluss auf das Klima und die Umwelt.

1. Einleitung

Konsum ist ein zentraler Bestandteil in unserem heutigen Wirtschaftssystem. In einer sogenannten Konsumgesellschaft sind insbesondere Luxusgüter erstrebenswert, um darüber den persönlichen Status und die Identität zu definieren. Dadurch ist das eigene Verhalten darauf ausgerichtet, Bedürfnisbefriedigung durch Konsum zu erlangen. Doch damit gehen auch Risiken einher, wie schwerwiegende Umwelt- und Naturschädigungen durch ökologische Wirkungen, wie der Ausstoß von Treibhausgasen, den landwirtschaftlichen Wasserverbrauch oder den landwirtschaftlichen Flächenbedarf-/Belegung. Dadurch steigt der Bedarf an Ressourcen immer weiter an. Dabei sind allein die drei Konsumfelder Ernährung, Mobilität, Bauen & Wohnen für 70-80% der Umweltfolgen durch unseren Konsum verantwortlich. (1) Um diesen Veränderungen entgegenzuschreiten, muss das eigene Konsumverhalten bewusster und zielorientierter erfolgen – der Umstieg zu einem suffizienteren Lebensstil ist hierbei essenziell.

Suffizienz ist eine der drei Nachhaltigkeitsstrategien und zielt darauf ab, das Konsumverhalten sowie den Bedarf an Ressourcen bewusst zu hinterfragen und zu reduzieren. Dabei ist es wichtig, das richtige Maß zwischen eigener Bedürfnisbefriedigung und Ressourcennutzung zu finden, sodass es zu einem ausgewogenen Verhältnis zwischen beiden kommt.

Im Rahmen des Projekts “SuPraStadt“, durchgeführt vom ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung, wird Suffizienz als strategischer Ansatz verwendet und setzt dabei auf die nachhaltige Transformation von Städten. Im Zentrum des Vorhabens steht die transdisziplinäre Zusammenarbeit dreier Reallabore mit unterschiedlichen Standorten und Akteuren zur sozialen Diffusion von Suffizienzpraktiken in Stadtquartieren. Dadurch sollen Veränderungen in Konsummustern oder Alltagsroutinen der Bewohner*innen der Stadtquartiere hervorgerufen werden. Die dabei gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse sollen Aufschluss darüber geben, wie Suffizienz in Form von Praktiken und Maßnahmen in bereits bestehende Strategien und Prozesse der Kommunen integriert werden kann. (2)

Für das Projekt, der anschließenden Auswertung und der damit verbundenen Ermittlung und Bewertung ökologischer und sozialer Wirkungen, wird ein Tool zur Evaluation und Visualisierung ökologischer Wirkungen von Suffizienzpraktiken entwickelt. Der sogenannte “SuPra-Rechner“ soll dabei das eigene Konsumverhalten berücksichtigen und bewerten, ob dieses die globalen Grenzen überschreitet. Die Inhalte dazu werden auf das persönliche Verhalten heruntergebrochen, sodass eine Beurteilung jenes möglich ist. Des Weiteren werden innerhalb des Rechners die unterschiedlichen Konsumfelder Ernährung, Mobilität, Bauen & Wohnen und sonstiger Konsum (Recycling, Upcycling für IT, Kleidung, Möbel etc.) betrachtet. Wobei das übergeordnete Ziel ist, bereits bestehende Daten, Studien und Veröffentlichungen des ifeus, anderen Forschungseinrichtungen und Umweltverbänden zu nutzen, um ein offen zugängliches und verständliches Tool zu schaffen. Mit diesem soll über Suffizienzpraktiken aufgeklärt werden, indem diese veranschaulicht dargestellt werden. Daraus sollen mögliche Vorgehensweisen für einen ressourcenschonenderen und bewussteren Lebensstil abgeleitet und in den eigenen Alltag integriert werden.

2. Grundlagen Konsumfeld Ernährung

2.1 Ernährungsstil

Durch einen Ernährungsstil, der auf Konsum ausgelegt ist und Lebensmittel, die vermeintlich jederzeit verfügbar sind, entwickeln sich im Bereich der Ernährung Strukturen mit negativen Auswirkungen, welche sich über die Bedürfnisbefriedigung weit hinausstrecken und globale Grenzen sprengen. Eine Vielzahl dieser durch Lebensmittelproduktion und -konsum entstandenen Umweltauswirkungen sind nicht mehr vermeidbar und schreiten immer weiter voran. Zu diesen ökologischen Wirkungen gehören nicht nur die Treibhausgasemissionen und damit auch der CO₂-Fußabdruck, sondern ebenso der landwirtschaftliche Wasserverbrauch und Flächenbedarf. Faktoren wie die Nitratbelastung im Grundwasser, Feinstaubbildung oder sinkende Phosphatgehalte in Böden, sind für weitere Umweltauswirkungen verantwortlich. (3)

Die genauen Folgen können sich allerdings stark unterscheiden. Das liegt daran, dass sich die Auswirkungen je nach Art, der Herstellung, der Verarbeitung, dem Transport und der Aufbewahrung und Zubereitung der Lebensmittel stark unterscheiden können. Während jedes Teilschritts in dieser Prozesskette, werden Energie und andere Ressourcen benötigt. Während die Verbraucher*innen auf die Herstellung oder den Anbau von Lebensmitteln keinen Einfluss haben, kann die Wahl über die Art des Nahrungsmittels, sowie deren Herkunft, Transportweg und -art frei bestimmt werden. Bei rund 500 kg verbrauchter Lebensmittel im Jahr pro Person in Deutschland kann sich die achtsame Auswahl und der bewusste Umgang mit Lebensmitteln direkt auf die Umweltauswirkungen durch Ernährung auswirken, sodass diese verringert werden und der Einfluss dieser auf das Klima und die Umwelt abnimmt. (4)

Ziel der Bürger*innen sollte es damit sein, eine suffizientere Ernährungsweise anzustreben. Diese kann hauptsächlich damit umgesetzt werden, weniger tierische Produkte zu konsumieren, auf die Herkunft und den Transportweg sowie die Transportart der Lebensmittel zu achten und Rücksicht auf die Wahl der Verpackungsart zu nehmen.

Denn die Erzeugung von Fleisch und anderen tierischen Produkten ist sehr aufwendig, energieintensiv und benötigt viele Ressourcen. Um diese Nahrungsmittel herzustellen, werden große Mengen Wasser und Fläche benötigt. Zum einen für die Tiere selbst und zum anderen für die Erzeugung von Futtermitteln. Dadurch entstehen große Treibhausgaspotenziale. Diese drei großen Faktoren im Bereich der Umweltwirkungen ziehen weitere negative Folgen nach sich. So werden Lebensräume durch die erhöhte Flächennutzung zerstört, Grundwasser durch landwirtschaftliche Prozesse verunreinigt oder die Atmosphäre mit Emissionen und Schadstoffen, durch teils sehr lange Wertschöpfungsketten, angereichert. (5) Doch nicht nur aus umweltrelevanten Gründen ist ein zu hoher Konsum von tierischen Produkten nachteilig. Auch aus gesundheitlichen Gründen wird ein gemäßiger Konsum dieser angeraten. Die deutsche Gesellschaft für Ernährung empfiehlt gerade einmal 300-600 g pro Woche an Fleisch und tierischen Produkten zu verzehren. (6) Außerdem nehmen durch den regelmäßigen Konsum von tierischen Produkten ernährungsbedingte Krankheiten weiter zu. Denn vor allem Fleisch begünstigt verschiedene Krankheiten, wie Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Krebs. (7)

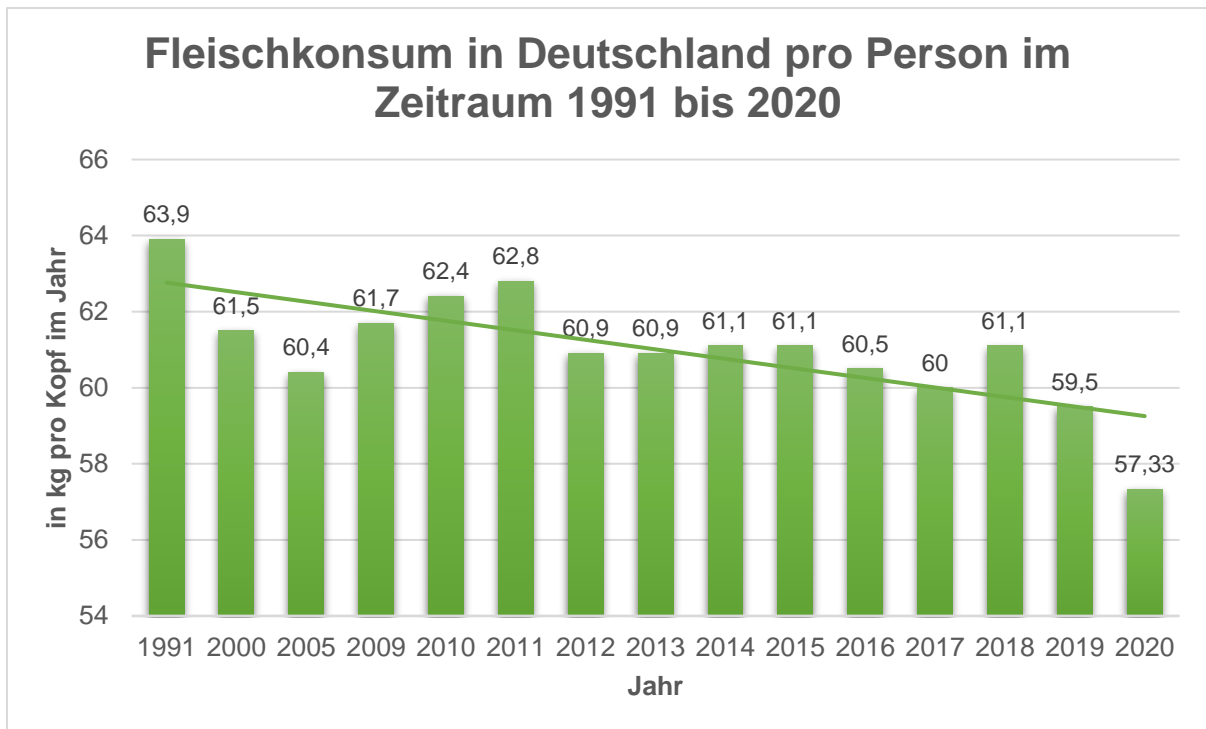


Abbildung 1: Fleischkonsum in Deutschland pro Person im Zeitraum 1991 bis 2020 nach (8)

In Abbildung 1 ist der Trend für den Fleischkonsum in Deutschland seit 1991 zu sehen. Hierbei ist zu erkennen, dass es immer wieder Schwankungen im Verlauf gibt. Der Höhepunkt von 63,9 kg Fleisch pro Person wurde dabei jedoch seit 1991 nie wieder erreicht. Anhand der Trendlinie ist außerdem zu erkennen, dass der Fleischverbrauch der Deutschen stetig abnimmt.

Allerdings ist der Konsum von Fleisch mit 57,33 kg pro Person im Jahr 2020 immer noch zu hoch. Wenn die Empfehlung der deutschen Gesellschaft für Ernährung als Maßstab für gesunde Ernährung verwendet wird, sind 300-600 g tierische Produkte pro Woche im Rahmen und gesundheitsverträglich. (6) Darin sind aber auch Milchprodukte und Eier eingeschlossen. Mit 57,33 kg ergibt sich ein wöchentlicher Verzehr von Fleisch, ohne die Betrachtung von weiteren tierischen Produkten, von 1,01 kg pro Woche, bei Berücksichtigung der durchschnittlichen, jährlichen Wochenanzahl von 52,14 Wochen. Das bedeutet der Grenzwert wird allein durch den Fleischkonsum um das Zwei- bis Dreifache überschritten. Würden weitere tierische Produkte hinzugezählt werden, wäre die Überschreitung des empfohlenen Grenzwertes wohl noch weitaus größer. Aus ökologischer Sicht ist derzeit jedes Gramm Fleisch zu viel. Denn durch Massentierhaltung, Ausbeutung von ganzen Regionen und weiteren negativen Auswirkungen, durch den enormen Konsum von tierischen Produkten auf der Welt, ist es schwer zu differenzieren, welches Nahrungsmittel welche diversen ökologischen Umweltwirkungen nach sich zieht. Doch der positive Trend in Richtung weniger Fleischkonsum aus Abbildung 1 ist ein erster Schritt, um den Ernährungsstil sowohl gesundheitlich als auch ökologisch verträglicher zu gestalten. Diese aussichtsreiche Veränderung ist unter anderem die Folge der Änderung der Ernährungsweise der Deutschen. Neben der üblichen omnivoren Ernährung (Allesesser) gibt es Pescetarier (kein Fleisch, aber Fisch) oder Veganer (nur pflanzliche Lebensmittel). Doch auch weiter verbreitete Ernährungsweisen wie Vegetarier (kein Fleisch) oder Flexitarier (teilweise vegetarisch) beeinflussen die Abnahme des Fleischkonsums in Deutschland signifikant und sorgen damit dafür, negative ökologische Wirkungen durch Fleisch- oder Tierproduktkonsum einzudämmen.

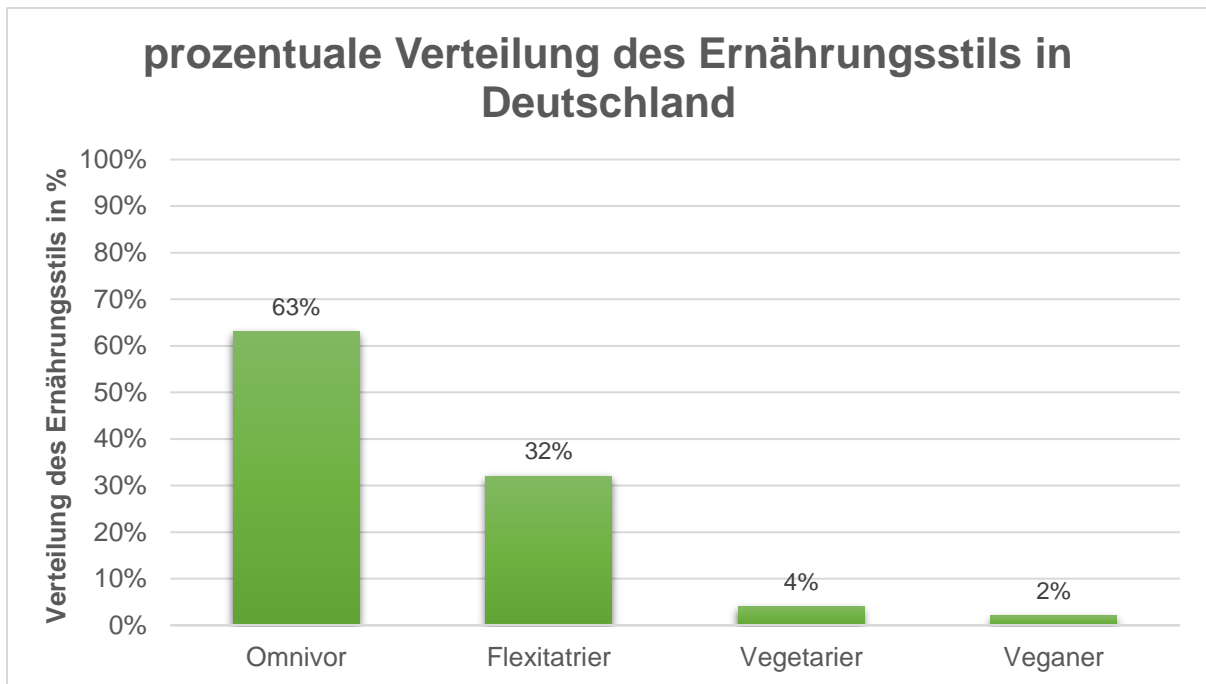


Abbildung 2: prozentuale Verteilung des Ernährungsstils in Deutschland Stand 2018 nach: (9)

Wie in Abbildung 2 zu erkennen, herrscht die omnivore Ernährungsweise in Deutschland vor. Doch mehr als ein Drittel bevorzugt mittlerweile eine alternative Ernährungsform und verzichtet entweder komplett oder zu mindestens gelegentlich auf Fleisch bzw. auf tierische Produkte. Das zeugt von einem bewussteren Umgang mit diesen Lebensmitteln.

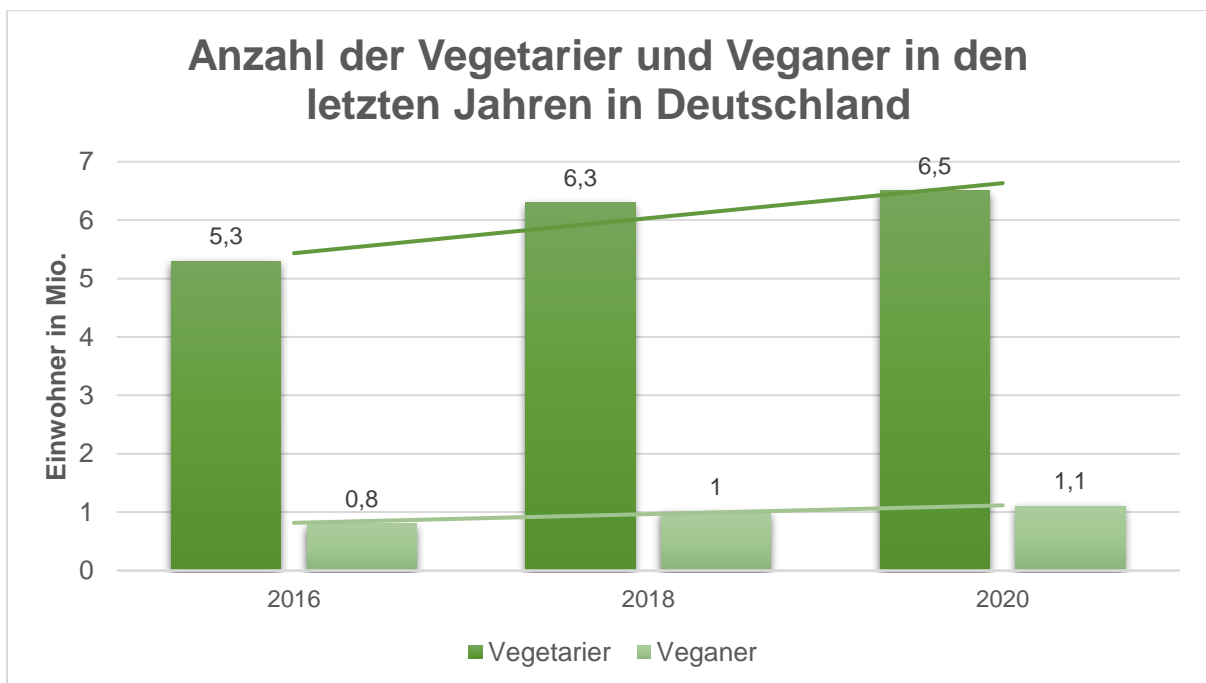


Abbildung 3: Anzahl der Vegetarier und Veganer in den letzten Jahren in Deutschland nach: (10)

Des Weiteren steigt die Anzahl der Personen in Deutschland, die kein Fleisch oder tierische Produkte konsumieren, weiter an. Es ist sowohl bei der fleischlosen vegetarischen Ernährung als auch bei der tierproduktfreien veganen Ernährung ein positiver Trend in Abbildung 3 zu beobachten. So ist die Anzahl der Vegetarier in Deutschland im Zeitraum von 2016-2020, um 23 % und damit 1,3 Mio. Einwohner angestiegen. Auch der Markt für Fleischersatzprodukte ist

dadurch von 2019 zu 2020 um 39 %, von 60400 t auf 83700 t, angestiegen. Diese Produkte waren vermehrt gefragt und wurden deshalb ausreichender produziert. Die Fleischproduktion sank unter anderem aus diesen Gründen im ersten Halbjahr 2021 gegenüber dem ersten Halbjahr 2020 um 1,7 % und damit 64500 t. (11) Nichtsdestotrotz ist die Fleischerzeugung immer noch auf einem sehr hohen Niveau. Die rückschrittliche Produktion deutet allerdings auf einen positiven Trend, hin zu weniger hergestelltem Fleisch und damit sinkender Massentierhaltung. Diese Entwicklung sollte daher weiter gefördert werden und auch mehr Deutsche dazu bewegen ihr Konsumverhalten zu bewerten und ggf. abzuschätzen, welche der vielen Gründe sie dazu bewegen könnten weniger Fleisch und tierische Produkte zu konsumieren. Die persönlichen Motive für die Entscheidung zu einer fleischärmeren oder fleischlosen Ernährung sind dabei sehr vielfältig. Zum einen spielen ethisch – moralische Bedenken eine große Rolle. Dabei geht es vor allem um Respekt vor jedem Leben, eine Ablehnung zur Tötung von jeglichen Lebewesen und allgemein gegen das Hinzufügen von Leid Tieren gegenüber. (12)

In Abbildung 4 ist die prozentuale Verteilung von Gründen für eine vegetarische Ernährung auf Basis einer Onlineumfrage zu erkennen. Auch hier liegen die hauptsächlichen Motive im ethisch – moralischen Bereich durch Begründungen wie, "Ich möchte weniger Tierleid erzeugen" oder " Ich habe ein besseres Gewissen". Auch sind Gründe zum Wohl der eigenen Gesundheit vertreten. Doch auch Bedenken gegenüber der Umwelt werden von den Befragten eindeutig berücksichtigt. Ebenfalls werden ökologische Wirkungen durch zu hohen Fleischkonsum mit der Aussage "Für einen geringeren Wasserverbrauch" thematisiert. (13)

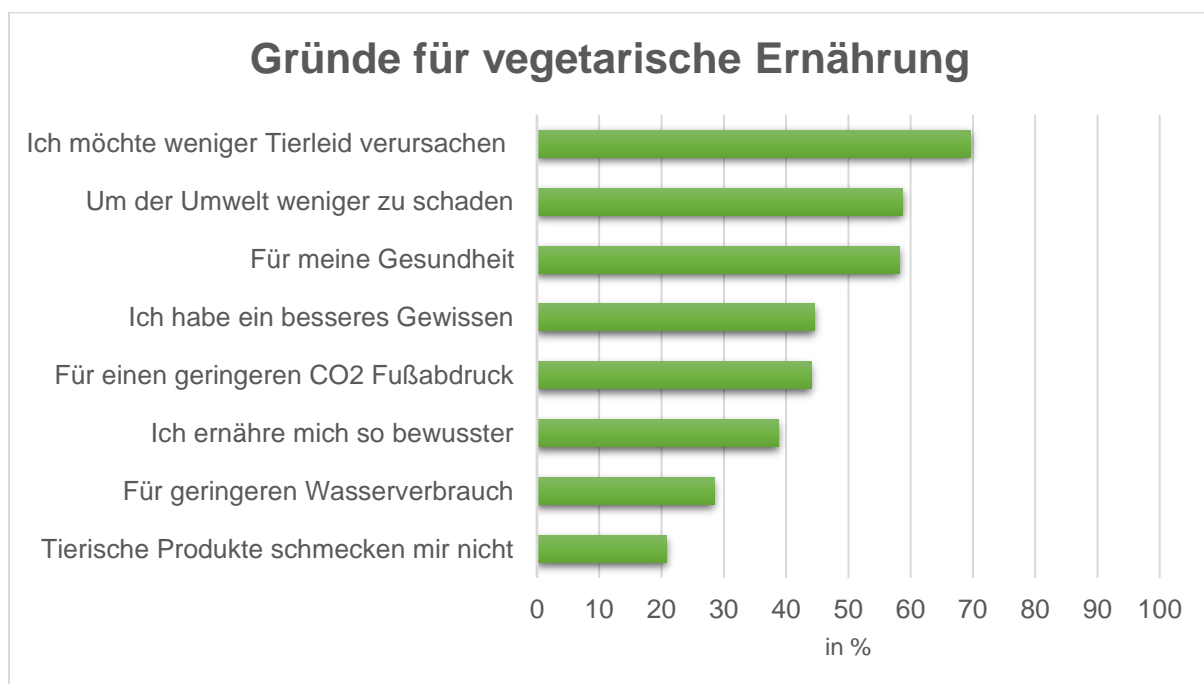


Abbildung 4: Gründe für vegetarische Ernährung nach: (13)

Damit ist zu erkennen, dass hauptsächlich die Massentierhaltung, gesundheitliche Risiken und der hohe Ausstoß von Kohlenstoffdioxid durch die Fleischprodukten, wirkungsvolle Gründe für eine fleischlose oder fleischärmere Ernährung sind. Durch einen noch flächendeckenderen Verzicht bzw. bewussteren Umgang mit tierischen Lebensmitteln, müssen in Zukunft nicht nur weniger Tiere leiden und zahlreiche Zivilisationskrankheiten werden abnehmen. Vor allem die Umwelt wird davon profitieren und negative ökologische Wirkungen, wie folgend genauer beschrieben, werden eingegrenzt.

2.1.1 Treibhausgasemissionen

Zu den Umweltauswirkungen durch Lebensmittelkonsum und -produktion zählen unter anderem auch die Treibhausgasemissionen und damit der CO₂-Fußabdruck von Nahrungsmitteln. Wichtig zu berücksichtigen ist dabei, dass unterschiedlich große Mengen dieser Emissionen entlang der Wertschöpfungskette produziert werden und so in die Atmosphäre gelangen. Zu den Wertschöpfungsfeldern gehören Verzehr, Handel, Herstellung und Landwirtschaft. Innerhalb dieser werden unterschiedlich große Mengen an Treibhausgasen ausgestoßen. In der nachfolgenden Abbildung 5 ist dargestellt, wie die einzelnen Bereiche nach ihrer Menge an Emissionen in CO₂ Äq. aufgeschlüsselt werden. (14)



Abbildung 5: THG Emissionen pro Einwohner in Deutschland entlang der Wertschöpfungskette nach: (14)

In Abbildung 5 ist zu erkennen, dass das größte Treibhauspotenzial beim Verzehr und in der Landwirtschaft besteht. Weit gefolgt, aber dennoch nicht zu vernachlässigen, von den Emissionen im Handel und in der Herstellung. Auf allen Wertschöpfungsstufen und den dazwischen erforderlichen Transporten werden fossile Rohstoffe benutzt. Die sehr hohen Treibhausgasausstöße bei der Landwirtschaft bestehen hauptsächlich aus Methan CH₄ – circa 25-mal schädlicher als CO₂ und Distickstoffmonoxid N₂O auch Lachgas genannt – circa 300-mal klimaschädlicher als CO₂. Diese Gase entstehen aus natürlichen Prozessen im Boden, bei der Verdauung der landwirtschaftlichen Nutztiere und der Lagerung von Mist und Gülle. Da sie außerdem deutlich klimawirksamer sind als CO₂, ergeben sich auch höhere Werte bei der Umrechnung dieser Treibhausgase in Kohlenstoffdioxid, also in kg CO₂ Äq.. Die Umrechnung in diese Einheit, wird zur besseren Vergleichbarkeit der einzelnen Elemente gemacht. (15) Die hohen Emissionen beim Verzehr ergeben sich aus der durchschnittlichen Lebensmittelauswahl der Verbraucher*innen und den daraus resultierenden negativen Folgen für die Umwelt. Beim Handel und der Herstellung wird Energie für verschiedene Verfahren der Weiterverarbeitung, Lagerung oder Transport benötigt. Dabei werden oftmals verschiedene fossile Rohstoffe benötigt oder Strom, der nicht grün und damit vollständig ohne Emissionen produziert wurde, verwendet.

Letztendlich können in jeder Wertschöpfungsstufe Verbesserungen vorgenommen werden. So kann auf Fahrzeuge mit alternativen Antrieben umgestiegen werden oder weniger Tiere und tierische Produkte verzehrt werden, wodurch auch weniger Nutztiere in der Landwirtschaft gehalten werden würden. Die Gesamtemissionen pro Person auf dem Lebensweg von Nahrungsmitteln würden damit stark absinken. Allein durch das Bevorzugen von pflanzlichen Lebensmitteln gegenüber tierischen Produkten, können mehr als das Zweifache an THG-Emissionen eingespart werden. Denn pflanzliche Produkte sind beim Durchlaufen der Wertschöpfungskette für circa 30% der direkten THG-Emissionen für Lebensmittel verantwortlich, während tierische Produkte auf dem gleichen Weg für 70% der Emissionen sorgen. (14) Dieser

Unterschied ist exorbitant und ein wichtiger Fakt beim Anstreben eines bewussteren und suffizienten Ernährungsstils.

Doch die Menge an ausgestoßenen Treibhausgasemissionen hängt noch von weiteren Randbedingungen ab, welche die Konsument*innen durch ihren Einkauf selbst beeinflussen können. Denn durch den Einfluss verschiedener Bereitstellungsprozesse von Lebensmitteln auf verschiedene Umweltwirkungen können Ursachen ermittelt werden, welche im Entscheidungsprozess des Einkaufs darüber bestimmen, wie hoch der eigene CO₂-Fußabdruck ist. Die Teilaspekte werden im folgenden Verlauf genauer thematisiert.

2.1.1.1 konventioneller und ökologischer Landbau

Wird der CO₂-Fußabdruck in kg CO₂ Äq. pro kg Lebensmittel einer konventionell angebauten Kartoffel mit einer aus dem ökologischen Landbau verglichen fällt auf, dass erstere 0,2 kg CO₂ Äq. emittieren und letztere ebenfalls 0,2 kg CO₂ Äq. . Beim Vergleich eines Kilogramms Rindfleisch, dessen Erzeugertier mit Futter aus konventionellem Landbau ernährt wird, entstehen 13,6 kg CO₂ Äq.. Bei einem Kilogramm Rindfleisch, bei dem das Erzeugertier mit Biofutter ernährt wird, entstehen 21,7 kg CO₂ Äq.. (16) Daraus lässt sich schlussfolgern, dass Biolebensmittel gegenüber konventionellen Lebensmitteln einen schlechteren CO₂-Fußabdruck aufweisen oder zumindest einen sehr ähnlichen. In der Regel weisen sie jedoch keinen deutlich besseren auf, weshalb sich auch kein ersichtlicher Vorteil für die Klimawirkungen im Bereich der Treibhausgasemissionen bei Bioprodukten ergibt. Ein Grund dafür sind Landnutzungsänderungen, als Folge der zunehmenden Flächeninanspruchnahme auf der Welt. Dabei werden für den ökologischen Landbau häufig Moore entwässert, um Grünland für die Landwirtschaft oder Ackerflächen zu schaffen. Doch Moore sind riesige Speicher für Kohlenstoffdioxid. Die im Moor wachsenden Pflanzen binden ständig CO₂ aus der Atmosphäre und speichern dieses im Moorboden in Form von Torf. Werden die Moore trockengelegt, entweichen enorme Mengen des gespeicherten CO₂ und sogar geringe Mengen des deutlich klimaschädlicheren Lachgases N₂O. (17) Und obwohl ehemalige Moorlandschaften nur 7 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Deutschland darstellen, verursachen sie 37 %, also mehr als ein Drittel der gesamten Emissionen, die aus der Landwirtschaft und der landwirtschaftlichen Nutzung stammen. (18) Ein weiterer Grund für die höheren Emissionen von Bioprodukten gegenüber konventionellen ist, dass ökologische Produkte geringere Erträge pro Flächeneinheit haben und deshalb eine größere Anbaufläche benötigen. (16)

Doch daraus sollte nicht der Schluss gezogen werden, dass Bioprodukte keinen Nutzen haben und sie deshalb nicht bevorzugt gekauft werden sollten. Eine Kaufzurückhaltung würde außerdem auch keine Änderung bei der landwirtschaftlichen Nutzung von ehemaligen Mooren hervorbringen. Denn diese Emissionen würden lediglich anderen Emissionen, aus anderen klimawirksamen Kategorien zugerechnet werden und nicht gänzlich verschwinden. Dieses Problem sollte eher auf politischer Ebene einen Raum zum Hinterfragen aufwerfen. (16) Des Weiteren haben Lebensmittel aus ökologischem Landbau zahlreiche andere Vorteile, welche die Problematik mit den Treibhausgasemissionen aus Mooren aufwiegen sollte. Denn ökologisch bewirtschaftete Flächen lagern pro Flächeneinheit im Jahr mehr Kohlenstoff ein als Nutzflächen mit konventionellem Anbau. Das liegt daran, dass Landwirte für Bioprodukte auf Synthetikdünger verzichten, der bei der Herstellung viele Emissionen produziert und stattdessen Kompost, Mist und Erntereste verwenden. Kohlenstoff aus dieser Biomasse wird dadurch ebenfalls im

Boden eingespeichert, weshalb verhindert wird, dass dieser mit Sauerstoff zu CO₂ reagiert. Ebenfalls sind Bodenfruchtbarkeit und Biodiversität Vorteile des ökologischen Landbaus und sind deutlich qualitativer als beim konventionellen Landbau. Auch der Wasserschutz wird durch ökologische Landwirtschaft verbessert. Es kommt zu weniger Eintragungen von Nitrat und Pflanzenschutzmitteln. Dadurch werden Grund- und Oberflächenwasser geschont. (19)

2.1.1.2 Saisonalität und Regionalität

Der Transport von Lebensmitteln belastet das Klima das ganze Jahr über. Gerade exotische Lebensmittel oder auch Lebensmittel außerhalb ihrer Saisonalität, die häufig importiert werden, weisen sehr hohe Treibhausgaspotenziale auf. Deshalb sollten regionale Produkte bevorzugt werden. Denn diese weisen die kürzesten Transportwege, weshalb Emissionen eingespart werden können. (20)

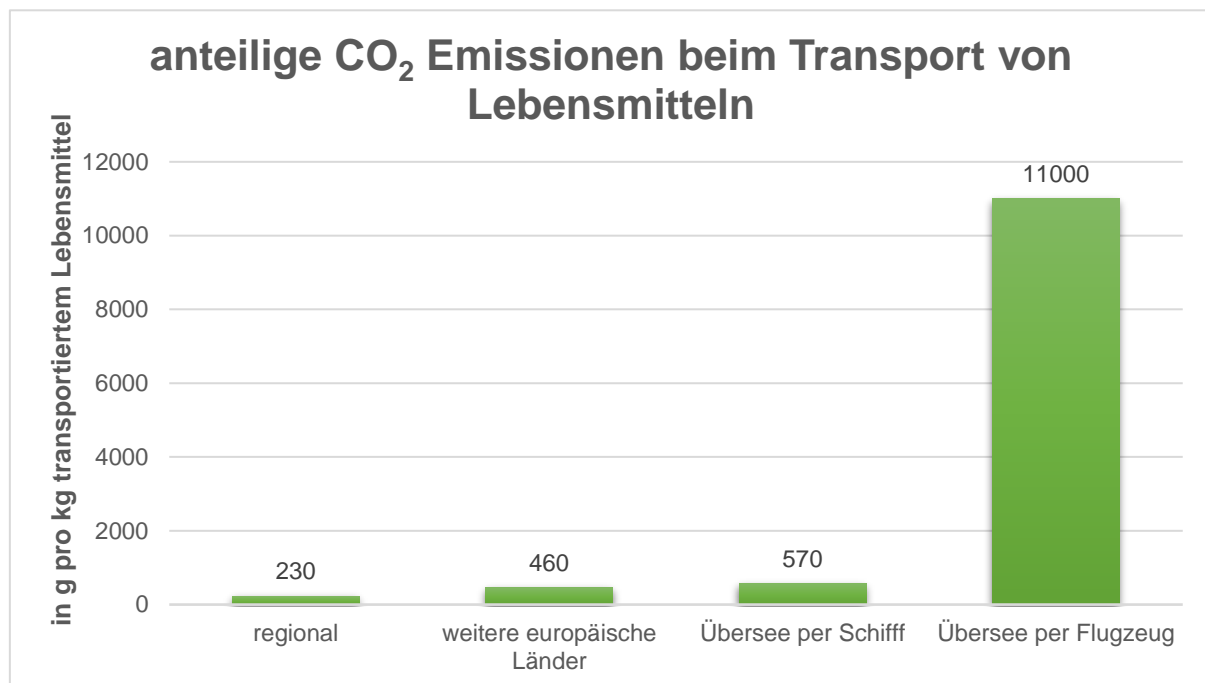


Abbildung 6: anteilige CO₂ Emissionen beim Transport von Lebensmitteln nach: (21)

Wie in Abbildung 6 zu erkennen, haben regionale Produkte deutlich geringere Emissionen als Lebensmittel, welche aus dem Ausland importiert werden. Wobei eingeflogene Nahrungsmittel deutlich höhere CO₂ Emissionen aufweisen, als Lebensmittel, die mit dem Schiff transportiert werden. Das liegt daran, dass Lebensmittel, die extra eingeflogen werden, aus weit entfernten Regionen stammen und dabei verhältnismäßig weniger Frachtgut transportieren können als beispielsweise ein Containerschiff.

Doch nicht nur regionale Produkte sollten bevorzugt werden, auch saisonale Lebensmittel haben einen geringeren CO₂-Fußabdruck, da sie nicht in Kühlhäusern zwischengelagert werden. Denn diese benötigen Energie in Form von Kälte und emittieren damit indirekt CO₂. Des Weiteren sind saisonale Lebensmittel in der Regel gesünder, da sie genügend Vitamine ausbilden können, da sie mehr Tageslicht und Sonnenlicht abbekommen. Auch werden sie im Schnitt mit weniger Pflanzenschutzmitteln behandelt, da sie im Gegensatz zu in beheizten Gewächshäusern gezüchteten Pflanzen, nicht unter Folien wachsen. Dadurch können sich weniger Bakterien und Schimmelpilze bilden. (20)

2.1.1.3 Lebensmittelverpackungen

Auch die Wahl der Lebensmittelverpackungen kann einen Einfluss darauf haben, wie sehr Käufer*innen ihren CO₂-Fußabdruck selbst bestimmen. Doch es gibt verschiedene Verpackungsarten und nicht jede ist dabei immer nachteilig. So sind Plastikverpackungen bei Nahrungsmitteln oft umstritten. Doch die Verpackung macht oft nur einen Bruchteil der CO₂-Emissionen eines Produkts aus.

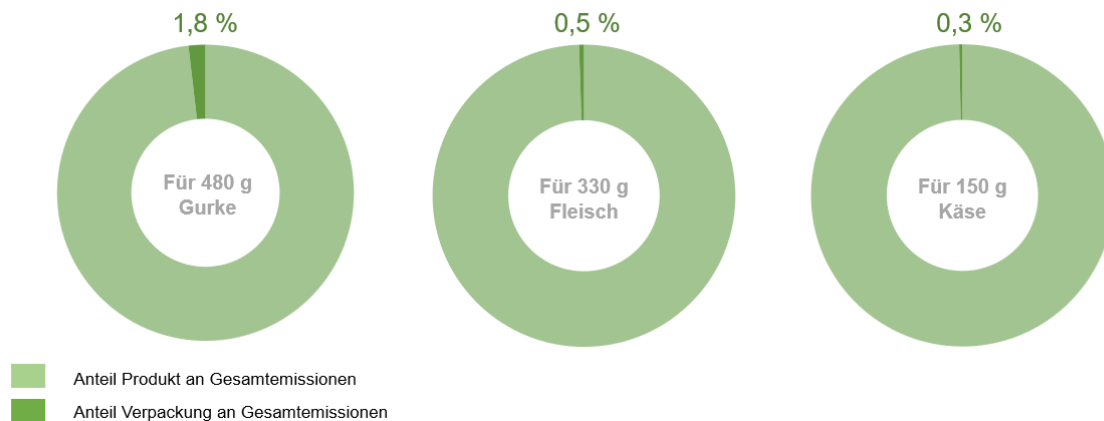


Abbildung 7: Anteil der Emissionen für die Verpackung an den Gesamtemissionen verschiedener Lebensmittel nach: (22)

Wie in Abbildung 7 zu erkennen, ist der Anteil der Gesamtemissionen der Kunststoffverpackung bei verschiedenen Lebensmitteln erheblich geringer als die Emissionen, die das Produkt ansonsten innerhalb der Wertschöpfungskette produziert. Ohne die schützende Wirkung von dieser Verpackungsart würden viele Lebensmittel frühzeitig verderben oder beim Transport häufiger beschädigt werden. Die daraus erzeugten Treibhausgasemissionen wären deutlich höher, als die durch die Verpackung produzierten. Damit leisten Kunststoffverpackungen einen wichtigen Beitrag zur Reduktion von Lebensmittelabfällen. Zusätzlich werden in der Gesamtbetrachtung mehr CO₂ Emissionen eingespart, als durch die Produktion der Verpackung entstehen. (22) Doch es gibt auch andere Verpackungsarten, die wesentlich stärkere Umweltwirkungen mit sich ziehen. So ist die Herstellung von Aluminium und Weißblech für Getränkedosen oder Konserven deutlich energieintensiver, weshalb es auch zum Ausstoß von mehr CO₂ kommt. Doch nicht nur bei den Herstellungsprozessen gibt es nachteilige Wirkungen. So werden beispielsweise Getränkedosen nur in wenigen Abfüllstationen in Deutschland befüllt, weshalb sie zum Teil lange Transportwege zurücklegen müssen, was zu einem höheren CO₂-Fußabdruck führt. (23) Glasverpackungen haben ein deutlich geringeres Treibhausgaspotenzial (fast 50 %) als Aluminium- oder Blechverpackungen. Dennoch ist Glas als Verpackung für Lebensmittel deutlich im Nachteil zu frischen Produkten in Kunststoffverpackungen. (23) Obwohl Glas eine sehr gute Recyclingfähigkeit besitzt, geht durch die einmalige Nutzung viel Energie verloren, da das Glas neu eingeschmolzen werden muss oder bei wiederverwendbaren Behältnissen, gereinigt wird. Auch sind Glasflaschen schwer, weshalb sie beim Transport höhere Emissionen verursachen als leichtere Verpackungsbehältnisse. Das liegt daran, dass entweder mehrere Fahrten für die gleiche Menge an Ware getätigt werden oder mehr Kraftstoff durch eine höhere Beladung verbraucht wird. (24)

2.1.2 landwirtschaftlicher Wasserverbrauch

Der durchschnittliche Trinkwasserverbrauch liegt in Deutschland pro Person und Tag bei 127 Litern. (25) Dieses Wasser wird zum Kochen, Spülen, Trinken, Waschen oder zur Körperpflege benötigt. Doch in diesen Mengen ist noch nicht das sogenannte virtuelle Wasser berücksichtigt. Unter dem virtuellen Wasserverbrauch ist der Wasserbedarf an Süßwasser für die Produktion von Lebensmitteln, Kleidung und industriellen Gütern zu verstehen, den jedes Produkt hinterlässt. Dieser Verbrauch an Wasser ist weitaus höher als die Verbrauchszahlen des alltäglichen Wasserbedarfs im Haushalt. So benötigt eine Tasse Kaffee mit 0,125 l Wasser nicht nur jene Menge an Flüssigkeit, sondern unter Berücksichtigung der Pflege des Kaffeebaumes, der Ernte, Weiterverarbeitung und den Transport der Ware sogar 140 Liter. (26) Doch es gibt auch innerhalb dieses ökologischen Faktors Unterschiede der benötigten Wassermenge, je nach Lebensmittelart.

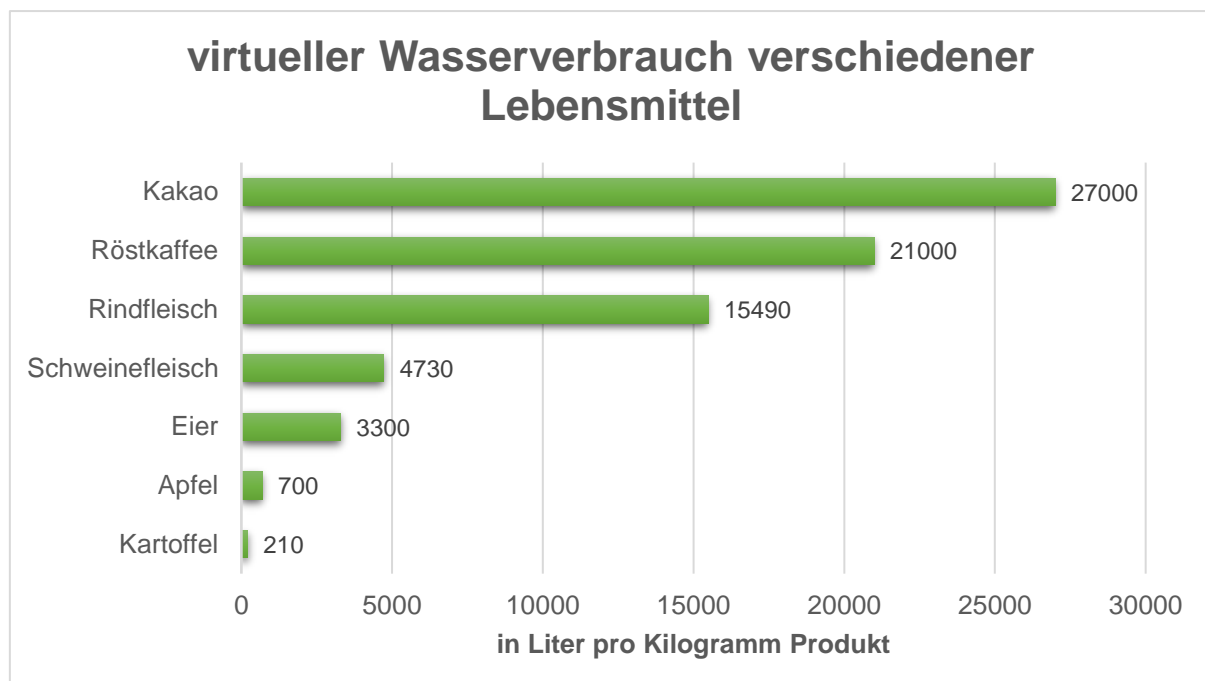


Abbildung 8: virtueller Wasserverbrauch verschiedener Lebensmittel in Liter pro Kilogramm Produkt nach: (27)

Laut Abbildung 8 benötigen vor allem exotische Produkte, wie Kakao oder Kaffee große Mengen an Wasser. Denn die Produkte, welche auf Plantagen wachsen, brauchen sehr viel Wasser zum Gedeihen, für die Ernte, für die Säuberung und Waschung der Bohnen und deren Transport. (26) Auch Fleisch und tierische Produkte brauchen sehr große Süßwasserressourcen innerhalb ihrer Wertschöpfungskette. Der hohe Bedarf kommt dabei zustande, dass vor allem die pflanzlichen Futtermittel Wasser zum Wachstum benötigen, um anschließend den Nutztieren als Nahrung zu dienen. So werden weltweit circa 98 % des für die Nutztierhaltung benötigten Wassers für die Futtermittelproduktion verwendet. Dabei ist vor allem die Haltung von Rindern besonders wasserintensiv und macht noch einmal mehr als Hälfte des Wasserbedarfs für die Tierhaltung aus. (28) Pflanzliche Lebensmittel benötigen im Vergleich am wenigsten virtuelles Wasser. So ist mithilfe von Abbildung 8 erkennbar, dass der Wasserverbrauch zwar einerseits stark vom individuellen Konsum abhängt, dadurch aber andererseits viel Potenzial für Veränderungen mit sich bringt.

Beim virtuellen Wasserverbrauch ist außerdem die "Farbe" des Wassers, eine Unterteilungsform, entscheidend. Unterschieden wird in grünes, blaues und graues Wasser, wobei jede Art dazu beiträgt, die Auswirkungen von verbrauchtem Wasser zu bewerten. Grünes Wasser ist genutztes Regenwasser oder Wasser aus anderen Niederschlägen, welches dem natürlichen Wasserkreislauf entstammt und im Boden gespeichert wird. Die Verwendung von grünem Wasser ist oft erst problematisch, wenn Kulturpflanzen zu viel Wasser aufnehmen, sodass für die natürliche Vegetation nicht ausreichend zur Verfügung steht. Ansonsten wird diese Wasserform stets dem Wasserkreislauf zurückgeführt. Die Nutzung von blauem Wasser ist hingegen kritischer. Denn es ist Grund- oder Oberflächenwasser, das entnommen, zur künstlichen Bewässerung verwendet und nicht mehr in das ursprüngliche Gewässer zurückgeführt wird, da es die Pflanzen aufnehmen oder es auf den Feldern, sowie aus künstlichen Wasserspeichern verdunstet. Daher wird blaues Wasser dem Wasserkreislauf entzogen, was zu Austrocknung von Wassergebieten und zu Dürrelandschaften führen kann. Der Verbrauch von grauem Wasser ist am problematischsten. Es gibt das Ausmaß der Wasserverschmutzung an, sowie die Menge an sauberem Wasser, die notwendig wäre, um verursachte Verschmutzungen von Süßwasser ausreichend zu neutralisieren. Bei den Verschmutzungen handelt es sich in der Regel um Verunreinigungen durch Pestizide oder Dünger. (28)

Demnach ist die ökologische Wirkung des Wasserbedarfs durch Nahrungsmittel nicht nur allgemein zu berücksichtigen, sondern nach der benötigten Wasserart mit verschiedenen Wirkungsebenen zu unterscheiden und kategorisieren.

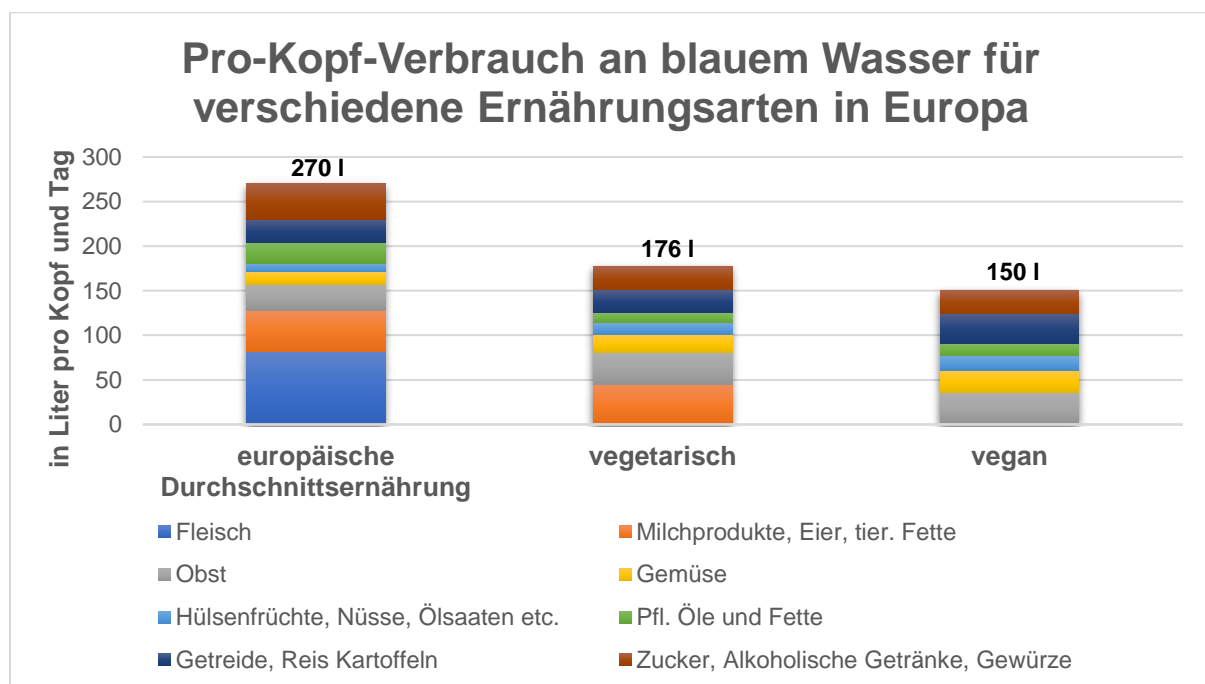


Abbildung 9: Pro-Kopf-Verbrauch an blauem Wasser für verschiedene Ernährungsarten nach: (29)

In Abbildung 9 wird beispielhaft der Einfluss von blauem Wasser als Anteil verschiedener Nahrungsgruppen innerhalb unterschiedlicher Ernährungsarten deutlich. Vor allem Fleisch und tierische Produkte haben einen hohen Bedarf an blauem Wasser. Durch den Wegfall dieser sind deutliche Einsparungen von fast 100 Litern für die vegetarische Ernährung und 120 für die vegane Ernährung pro Tag und Person zu erreichen. Somit sind deutliche Einsparungen an blauem Wasser durch die Ernährungsform möglich. Doch auch Produkte wie Zucker, alkoholische Getränke oder Gewürze haben einen hohen Verbrauch an blauem Wasser. Grund dafür

ist, dass diese häufig in fernen Ländern und in sowieso wasserarmen Gegenden angebaut werden.

Doch der Wasserverbrauch kann noch nach einem weiteren Faktor differenziert werden. Dieser beschreibt, ob es sich beim verwendeten Wasser um internes oder externes handelt. Internes Wasser bezeichnet die Nutzung von Wasser im eigenen Land für die Produktion, den Haushalt, dem eigenen Konsum oder den Export von Waren ins Ausland. Externes Wasser sind hingegen Wasserressourcen aus dem Ausland, die verwendet werden, um Konsumgüter zu importieren oder Rohstoffe weiter zu verarbeiten und anschließend wieder zu exportieren. Der interne Wasserverbrauch in Deutschland liegt bei circa 60 Milliarden m³ pro Jahr und der externe bei circa 67 Milliarden m³ pro Jahr. (30) Damit stammen fast 60 % des deutschen Wasserverbrauchs aus importierten Produkten. Deutschland führt damit Wasser aus den Erzeugerländern in virtueller Form ein. Zwar ist dies schonend für die heimischen Wasserressourcen, belastet aber zunehmend das Wasservorkommen aus den Importländern. Hier ist wiederum Bezug auf die bereits genannten Problemgüter zu nehmen. Denn der Großteil an virtuellem Wasser aus dem Ausland wird durch Kaffee, Rindfleisch und Soja für die Tierfuttermittelproduktion importiert. (29) Des Weiteren werden die oft in Entwicklungsländern hergestellten Waren zusätzlich in besonders trockenen Gebieten den Grundwasserreserven entnommen, weshalb der Grundwasserspiegel absinken kann und der natürliche Wasserhaushalt gestört wird. Deshalb fehlt es der heimischen Landwirtschaft und den vor Ort lebenden Menschen oft an ausreichend Süßwasser. Die Problematik, die sich daraus ergibt, sind oft fehlende Güter für die eigene Ernährung der Einheimischen. (30)

Des Weiteren können Bewässerung und Wasserverschmutzung in diesen Regionen zu noch weiteren Problemen führen. Neben der bereits genannten Grundwasserproblematik in trockenen Gebieten, haben auch wasserreiche Regionen wie Brasilien Schwierigkeiten bei der Wasserversorgung. Das liegt daran, dass zum Teil große Ressourcen an Wasser mit Pestiziden stark verschmutzt sind, wodurch die Bevölkerung nicht mit ausreichend Trinkwasser versorgt werden kann. Viele Menschen erkranken daraufhin. Doch auch in Deutschland gibt es Probleme mit der Wasserverschmutzung. So ist der Eintrag von zu großen Mengen Nitrat durch Landwirtschaft in das Grund- oder Oberflächenwasser schädlich für Land- und Wasserökosysteme. Wenn bereits eine geringe Menge zu viel Nitrat in Oberflächengewässer gelangt, kann es zur Eutrophierung (Nährstoffüberbelastung) kommen, wodurch es zur starken Vermehrung von Algen kommt und das Sterben von Fischen auslöst wird. Auch sind viele Pflanzenarten große Mengen Stickstoff nicht gewohnt, weshalb es zur Verdrängung von Pflanzen durch Stickstoff liebende Arten kommen kann. Gelangt zu viel des reaktionsfreudigen Nitrats in das Grundwasser, kann es zu potenziell gesundheitsgefährdenden Stoffen wie Nitrit reagieren. Doch nicht nur überschüssiger Stickstoff aus Mineraldünger und Mist, der in Form von Nitrat in die Gewässer gelangt, ist problematisch bei den Düngermethoden. Es kann ebenfalls zur Entstehung von Ammoniakgasen bei der Tierhaltung und Gülleausbringung kommen, welches durch Regen als Ammonium den Boden erreicht. Dort führt es zur Versauerung von Böden und Gewässern, weshalb Pflanzen schlechter wachsen. Außerdem können durch Ammonium Metalle und Säuren aus Böden herausgewaschen werden, welche als Zellgifte wirken und Gewässer weiter verunreinigen. (29)

Das Resultat was sich daraus ergibt ist, dass sowohl weltweite als auch heimische Wasserressourcen durch den eigenen Ernährungsstil, und die Beeinflussung dessen der Landwirtschaft, stark beeinflusst werden.

2.1.3 landwirtschaftlicher Flächenbedarf

Um Lebensmittel anzubauen, wird landwirtschaftliche Fläche benötigt. Diese beträgt pro Person jährlich etwa 2250 m². Doch die Fläche wird nicht nur für den Anbau von Lebensmitteln benötigt, die vom Menschen verzehrt werden. Mehr als die Hälfte und damit 57 % werden für Futtermittel benötigt, um Nutztiere zu ernähren. (31)

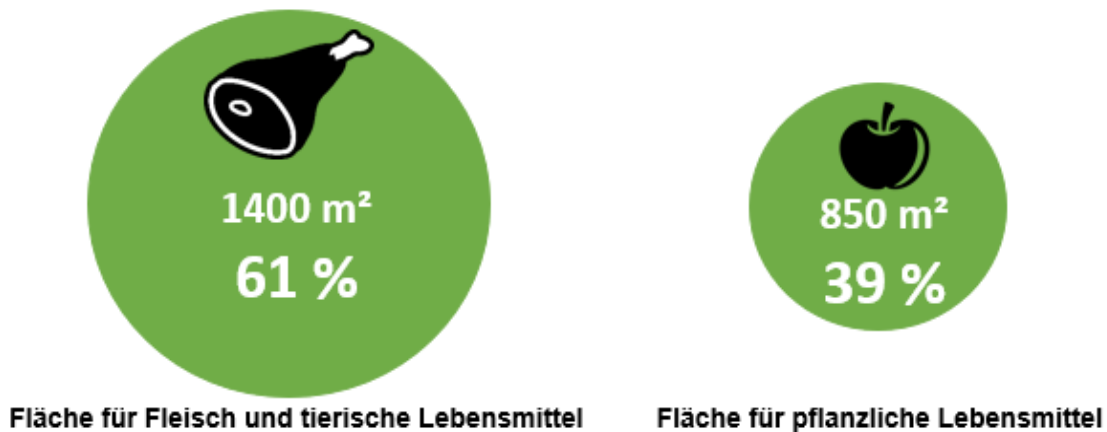


Abbildung 10: Verteilung der landw. Flächenbelegung durch tierische und pflanzliche Produkte pro Kopf nach: (4)

Laut Abbildung 10 wird der Großteil der benötigten landwirtschaftlichen Fläche pro Person vor allem für Fleisch und tierische Produkte verwendet. Zum einen für die Tierhaltung und zum anderen für die Futtermittelproduktion. Des Weiteren werden von ungefähr 5 Milliarden Hektar verfügbarer landwirtschaftlicher Fläche auf der ganzen Welt circa 80 % in Form von Weide- oder Ackerland für Tierhaltung verwendet. In Deutschland wird etwa die Hälfte der gesamten Landfläche landwirtschaftlich genutzt. Trotzdem wird noch immer ein Großteil der Produkte importiert und damit Fläche im Ausland belegt. Trotz dieses bereits sehr großen Flächenbedarfs, wird immer mehr landwirtschaftliche Fläche benötigt, wodurch Flächen mit anderen Nutzungseigenschaften zerstört und umfunktioniert werden. So führt ein steigender Flächenbedarf in vielen Regionen der Erde zur Rodung. Beispielsweise sind 60-75 % der neu gerodeten Flächen im Amazonasgebiet auf der Grundlage von Landnutzungsänderungen durch Landwirtschaft entstanden. (32) Die Abholzung hat schwerwiegende Folgen für das gesamte Klima und viele Ökosysteme. Zum Beispiel werden Lebensräume für zahlreiche Pflanzen- und Tierarten zerstört. Doch auch das weltweite Klima wird beeinflusst. Den Pflanzen im Regenwald oder auch anderen Wäldern binden CO₂, welches durch Brandrodungen allerdings sofort freigesetzt wird. Aus diesem Grund sind Rodungen für mehr als zehn Prozent des weltweiten vom Menschen freigesetzten CO₂ verantwortlich. Die gerodeten Böden werden daneben zusätzlich durch die landwirtschaftliche Nutzung belastet. Denn tropische Böden sind humusarm und heimische Pflanzen entziehen ihre Nährstoffe hauptsächlich der verrottenden Biomasse am Boden. Da diese Biomasse nach der Rodung nicht mehr entsteht, entnehmen die landwirtschaftlichen Nutzpflanzen dem ohnehin schon wenig fruchtbarem Boden die letzten Nährstoffe, woraufhin er aus dem Gleichgewicht gerät. Durch Faktoren wie Überdüngung, intensive Landwirtschaft oder Monokulturen werden Böden noch weiter geschädigt, sodass bereits ein Viertel aller Flächen weltweit nicht mehr als Ackerland nutzbar sind. (33)

2.2 Lebensmittelverschwendung

Ein weiterer wichtiger Bereich innerhalb des Konsumfeldes Ernährung ist die Lebensmittelverschwendung. Von dieser gehen genau wie von dem Ernährungsstil ebenfalls unterschiedliche ökologische Wirkungen aus, die zum Teil durch die Verbraucher*innen vermeidbar sind. Unter dem Begriff Lebensmittelverschwendung wird die Entsorgung oder das frühzeitige Verderben von Nahrungsmitteln, Nahrungsmittelteilen oder auch Gerichten entlang der gesamten Wertschöpfungskette verstanden, die ursprünglich zum menschlichen Verzehr gedacht waren. Weltweit werden vor allem in Industrieländern rund 1,3 Milliarden Tonnen Lebensmittel pro Jahr ungenutzt weggeworfen. Dabei hungern auf der Erde gleichzeitig 690 Millionen Menschen. (34) Um diese große Spanne zumindest zu verringern, müssen zukünftig nicht nur auf Bundesebene wichtige Entscheidungen zum Thema Lebensmittelverschwendung getroffen werden, sondern auch im Bereich der Konsumierenden müssen Veränderung und Aufklärung stattfinden, um die Vergeudung von Nahrungsmitteln einzuschränken.

Im Bereich der Lebensmittelverschwendung beeinflussen verschiedene ökologische Wirkungen die Umwelt. Dazu gehören unter anderem die Treibhausgasemissionen, der landwirtschaftliche Wasserverbrauch und der landwirtschaftliche Flächenbedarf. Hier ist zwar, wie beim Ernährungsstil, die Größe des Einflusses der Umweltwirkung von der Kaufentscheidung abhängig, allerdings kommt bei der Lebensmittelverschwendung der erschwerende Faktor hinzu, dass die Emissionen entlang der Wertschöpfungskette umsonst emittiert und benötigte Fläche und Wasser ebenfalls vergeblich verschwendet wurden. Die Ursachen für Verschwendungen reichen von der Produktion bis zum Endverbraucher.



Abbildung 11: Verluste von Treibhausgasemissionen durch Lebensmittelverschwendung pro Einwohner (DE)
nach: (14)

In der Landwirtschaft verderben Erzeugnisse durch falsche Lagerung, Schädlingsbefall oder weil sie nicht genug Abnehmer im Einzelhandel finden. Die Lebensmittelverschwendung ist nach Abbildung 11 in diesem Wertschöpfungsfeld am zweitgrößten. In der Industrie und während der Herstellung der Waren entstehen Verluste durch Transportschäden, falscher Lagerung, Qualitätsmängel oder Überproduktion von Nahrungsmitteln. Im Groß- und Einzelhandel stellen hohe Ansprüche der Kunden Einschränkungen dar. So müssen Lebensmittel einer breiten und optisch ansprechenden Produktvorgabe entsprechen. Viele Nahrungsmittel, die diese Kriterien nicht erfüllen, bleiben liegen oder müssen entsorgt werden. Beim Endverbraucher und dem Verzehr sind Verluste von Treibhausgasemissionen durch Lebensmittelabfälle nach Abbildung 11 am höchsten. Viele Verbraucher*innen haben das Bewusstsein dafür verloren mit Nahrungsmitteln sorgsam umzugehen, da sie im Überfluss vorhanden sind. Doch in diesem Handlungsfeld gibt es dafür auch das größte Potenzial zum Einsparen von Lebensmittelverlusten, indem Konsumierende auf einen bewussteren Umgang mit Nahrungsmitteln achten. (34)

2.2.1 Lebensmittelabfälle

Auch wenn die Definition von Lebensmittelabfällen nicht eindeutig geregelt wird, ist dieser Begriff als eine Art Unterkategorie der Lebensmittelverschwendung zu betrachten. Die Bezeichnung der Lebensmittelverschwendung gibt grundsätzlich die Reduzierung der Menge und der Qualität von Lebensmitteln entlang der Wertschöpfungskette an. Zusätzlich gibt es die Lebensmittelverluste. Diese werden dadurch definiert, dass sie die Reduzierung der Menge oder Qualität von Agrar-, Forst-, und Fischereiprodukten angeben, die ursprünglich für den Verzehr vom Menschen gedacht waren. Die Ursachen dafür sind ineffiziente Strukturen im Ernährungssystem, wie dem unzureichenden Zugang zu Technologien, Energie, Infrastrukturen und weiteren. Lebensmittelabfälle beziehen sich hingegen auf die Entsorgung von Lebensmitteln und lassen sich dem Ende der Versorgungskette und damit zu den Verbraucher*innen zuordnen. (35) Die Lebensmittelverschwendung beinhaltet als übergeordneter Begriff die Lebensmittelverluste und -abfälle.

Eine wichtige Rolle bei Lebensmittelabfällen durch Konsument*innen spielen die Konsumgewohnheiten und deren Wechselwirkungen mit der Produktion und dem Handel. Demnach werden im Handel Lebensmittel aussortiert, weil sie optisch weniger ansprechend sind oder das Mindesthaltbarkeitsdatum fast erreicht haben. Außerdem bestehen zum Teil Normen und Regelungen zur Qualität und Optik von Nahrungsmitteln, die zur vorzeitigen Entsorgung dieser führen. Doch auch wenn einige Vorschriften, wie die Verordnung zur Krümmheit einer Gurke, wieder abgeschafft wurden, ist für viele Konsument*innen ein perfektes Aussehen ansprechend. Es entsteht eine verzerrte Wahrnehmung, dass natürliche Produkte akkurat und wie eine Kopie ihrer selbst auszusehen haben. Danach richtet sich auch der Markt aus, was zur Folge hat, dass diese Produkte erst gar nicht zum Verkauf angeboten werden. (36)

Andere häufige Ursachen für Lebensmittelabfälle in privaten Haushalten sind neben der Selektion im Supermarkt, dass entweder zu viel eingekauft wurde, Produkte schlecht oder falsch gelagert wurden, Nahrungsmittel verwechselt oder zu große Portionen zubereitet wurden, wodurch Reste weggeworfen werden. Diese Wegwerfgründe sind ebenfalls von Konsumgewohnheiten abhängig und sind daher teilweise beeinflussbar. (36) Denn Lebensmittelabfälle lassen sich in drei Kategorien einteilen - in die vermeidbaren, teilweise vermeidbaren und unvermeidbaren Lebensmittelabfälle. Unter der Definition von vermeidbaren Lebensmittelabfällen werden Nahrungsmittel verstanden, welche zum Zeitpunkt der Entsorgung noch uneingeschränkt verzehrbar waren oder bei rechtzeitiger Verwendung essbar gewesen wären. Die Ursachen für diese Art von Lebensmittelabfällen sind sehr unterschiedlich und entstehen hauptsächlich durch Konsumgewohnheiten, wie Fehlinterpretationen von Kennzeichnungen und Haltbarkeiten eines Nahrungsmittels oder den bereits beschriebenen Gründen. Nicht vermeidbare Lebensmittelabfälle sind hingegen nicht essbare Teile eines Nahrungsmittels, wie Knochen oder Eierschalen. Dieser Anteil der Lebensmittelabfälle kann durch Maßnahmen zur Vermeidung von Lebensmittelverschwendung nicht beeinflusst werden. Teilweise vermeidbare Lebensmittelabfälle sind die Ursache von verschiedenen Essgewohnheiten. So bevorzugen einige Konsumierenden die Brotrinde oder die Gurkenschale nicht, andere hingegen doch. Auch der Umgang mit Speiseresten fällt unter diese Kategorie. Nicht jede Person hebt Reste von Lebensmitteln oder Gerichten auf oder verwendet sie weiter. Somit sind teilweise vermeidbare Lebensmittelabfälle sehr individuell. Allgemein betrachtet sind Lebensmittelabfälle häufig eine Mischung aus vermeidbaren und nicht vermeidbaren. (37)

2.2.2 Vermeidung von Lebensmittelabfällen und -verlusten

In Deutschland entstehen circa 12 Millionen Tonnen Lebensmittelabfälle pro Jahr. Um diese hohe Menge an verschwendeten Lebensmitteln zu reduzieren, bedarf es einerseits Einsatz auf staatlicher Ebene und andererseits die Initiative der Konsumierenden. (38)

So verabschiedete das Bundeskabinett im Februar 2019 die nationale Strategie zur Reduzierung von Lebensmittelverschwendung. Das Ziel dieser ist es, bis 2030 die Lebensmittelverschwendung im Groß- und Einzelhandel um 50 % zu minimieren. Ebenso sollen die Lebensmittelabfälle entlang der Wertschöpfungskette und bei Nachernteverlusten deutlich reduziert werden. Außerdem soll die Strategie verdeutlichen, dass die Reduzierung von Lebensmittelabfällen und -verlusten eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe ist. Demnach sind Wirtschaft, Verwaltung und auch Wissenschaft in den Prozess mit eingebunden - genau wie die zivile Gesellschaft. Letztere hat allerdings andere Aufgaben und Ziele als die größeren Institutionen, die das Vorhaben auf staatlicher Ebene unterstützen. (38)

Pro Person und Jahr landen in Deutschland durchschnittlich 75 kg Lebensmittel im Abfall. Davon sind allerdings rund 44 % vermeidbar. Das bedeutet circa 33 kg an Lebensmittelabfällen können im privaten Bereich eingespart werden. Wenn als Zielvorstellung von einer Halbierung der Abfälle ausgegangen wird, müssten circa 17 kg pro Jahr und damit 47 g am Tag eingespart werden. Die Umsetzung dieser Menge ist plausibel. (39) Es bedarf dafür vor allem einer Aufklärung der Gesellschaft und vorgegebenen Leitlinien, die einfach zu befolgen sind. So gibt es einfache Kriterien, die Verbraucher*innen helfen bewusster einkaufen zu gehen. Ebenso wird durch diese näher erläutert, wie Einkäufe vorzubereiten sind oder wie Reste weiterverarbeitet werden können. Außerdem gibt es Methoden für die Reduzierung von Lebensmittelabfällen, die die Unterschiede der ökologischen Wirkungen im Bereich Lebensmittelverschwendung besonders hervorheben. So macht es einen großen Unterschied im Gebiet der Umweltwirkungen, ob pflanzliche oder tierische Lebensmittel entsorgt werden. Werden Fleisch oder tierische Produkte entsorgt, gehen damit auch die zur Produktion benötigten Ressourcen an Wasser und Fläche verloren oder die bereits emittierten Treibhausgasemissionen wurden vergeblich in die Atmosphäre entlassen. Das geschieht ohne, dass die extra für den menschlichen Verzehr produzierten Nahrungsmittel vollständig genutzt wurden. Zwar sind die Lebensmittelreste teilweise in einem Stoffkreislauf integriert und damit zum Teil biologisch verkraftbar, doch aus moralischer Sichtweise ist die Entsorgung von tierischen Lebensmitteln besonders kritisch zu betrachten, da Massentierhaltung und Tierleid gefördert wird.

Neben den unterschiedlichen ökologischen Wirkungen bei Lebensmittelverschwendungen durch pflanzliche und tierische Lebensmittel sind auch große Unterschiede der Treibhausgasemissionen beim Inner-Haus-Verzehr (IHV) und Außer-Haus-Verzehr (AHV) zu verzeichnen. Oft sind Tipps zur Reduzierung von Lebensmittelverschwendung auf den Inner-Haus-Verzehr ausgerichtet, da hier die Verbraucher*innen aktiv Maßnahmen umsetzen können. Allerdings kann der bewusstere Umgang mit dem Außer-Haus-Verzehr sehr viele ökologische Wirkungen abschwächen. Denn im AHV werden deutlich mehr Lebensmittel entsorgt als im IHV. Das bedeutet, der Besuch eines Restaurants, einer Kantine oder anderen Einrichtungen hinterlässt oft größere CO₂-Fußabdrücke und verbraucht mehr Ressourcen, wie landwirtschaftlich genutzte Flächen oder Wasser, als der Konsum von Speisen im eigenen Haushalt.

3. Grundlagen Konsumfeld Mobilität

Das Konsumfeld Mobilität nimmt einen hohen Stellenwert für Auswirkungen auf das Klima und die Umwelt ein. Außerdem erschafft dieser Sektor für Menschen hohe Belastungen im Bereich der Gesundheit. Dabei ist Mobilität gleichzeitig die Voraussetzung für das wirtschaftliche und gesellschaftliche Fortbestehen von Industrie und Dienstleistungen, sowie deren Weiterentwicklung. Die voranschreitende Globalisierung ist ohne Mobilität nicht umsetzbar oder würde gar zusammenbrechen. (40)

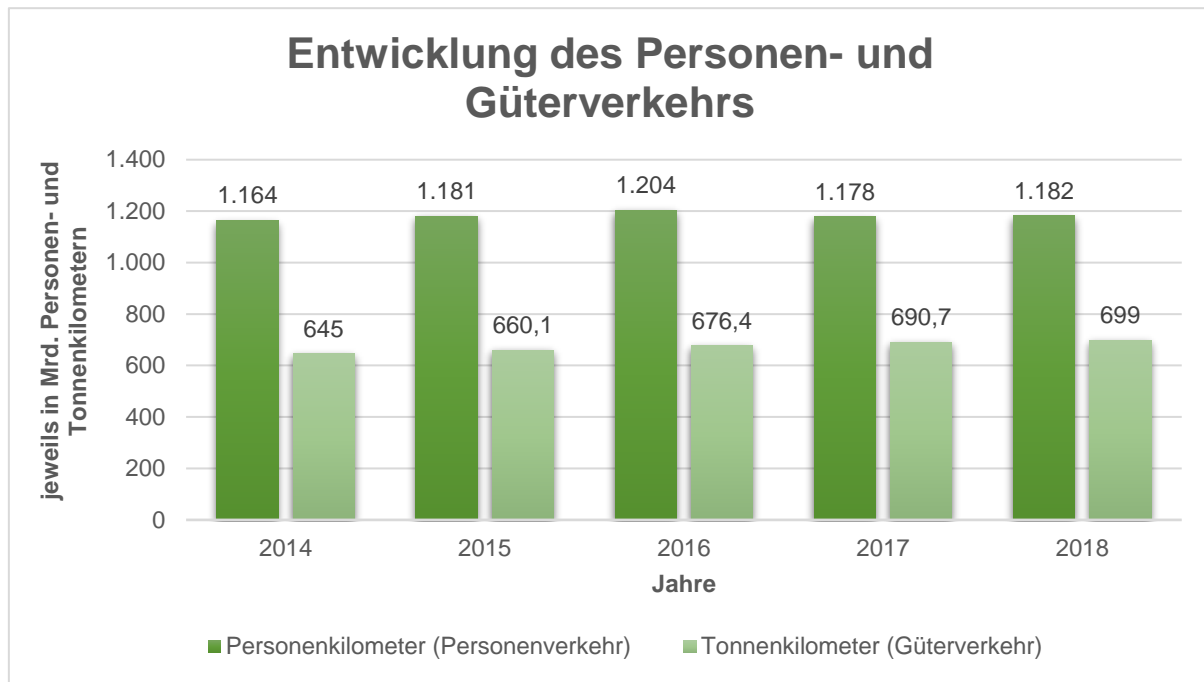


Abbildung 12: Entwicklung des Personen- und Güterverkehrs im Zeitraum 2014-2018 nach: (47) (48)

Wie in Abbildung 12 zu erkennen, nehmen die zurückgelegten Kilometer im Bereich des Individualverkehrs, sowie im Bereich des Güterverkehrs kontinuierlich zu. Daraus lässt sich prognostizieren, dass auch in Zukunft der Bedarf an Mobilität weiterhin steigen wird. In Hinblick auf die weltweite Klimakrise entwickelt sich daraus die Herausforderung, globale Umweltwirkungen, die durch Verkehr und Mobilität verursacht werden, mit dem Thema der Nachhaltigkeit zu verbinden. Um dieses Ziel langfristig erreichen zu können, müssen Strategien und Konzepte entwickelt werden, um Mobilitätsbedürfnisse im Individual- und Güterverkehr mit den Grundsätzen der Nachhaltigkeit zu verbinden. Wichtig ist dabei, dass diese Entwicklungen so ausgelegt werden, dass diese auf Dauer tragbar sind. Zur Erreichung dieser Ziele wurden bereits auf der Ebene von Verkehrs- und Umweltpolitik Strukturen und Maßnahmen errichtet. So wurden eine Vielzahl von Gesetzen und Verordnungen auf nationaler und europäischer Ebene getroffen, um vor allem den Schadstoffausstoß von Fahrzeugen zu minimieren. Außerdem wurden steuerliche Anreize für CO₂-ärmere Fahrzeuge geschaffen oder Förderprogramme entwickelt, um beispielsweise Ausschreibungen für alternative Antriebs- oder Kraftstoffarten auszustellen. Dennoch müssen weiterhin wichtige Entscheidungen zur Thematik getroffen werden, um die Dekarbonisierung und Umweltfreundlichkeit der Mobilität weiter voranzubringen. (40)

Verschiedene Verkehrsmittel beeinflussen auch ökologische Wirkungen unterschiedlich stark. Ein Verkehrsartenvergleich zur Unterscheidung dieser ist daher sinnvoll. Im Folgenden wird ausschließlich auf den Individualverkehr eingegangen.

Bei der Wahl des Verkehrsmittels für den Arbeitsweg, den Urlaub oder den Weg zur Freizeitaktivität spielen viele Faktoren eine wichtige Rolle. Denn meistens unterscheiden sich je nach Verkehrsart die Geschwindigkeit, die Kosten, der Komfort oder die Bequemlichkeit. Verkehrsarten werden außerdem in die Kategorien Nah- und Fernverkehr unterschieden. Der Nahverkehr beinhaltet auf der Straße den Fußverkehr, den Fahrradverkehr oder den Verkehr mit Motorrad, Pkw und Linienbus. Auf Schienen sind Schienennahverkehrszüge und Straßen-, Stadt- und U-Bahn zu berücksichtigen. Der Fernverkehr beinhaltet Schienenfernverkehrszüge, Reisebusse und den Flugverkehr. Von der alltäglichen Wahl des Verkehrsmittels der Verbraucher*innen hängen auch die Einflüsse durch ökologische Wirkungen ab. Denn in den letzten Jahren haben immer höhere Reisegeschwindigkeiten, ein wachsendes Verkehrsangebot, steigende Transportkapazitäten und sinkende Transportkosten dafür gesorgt, dass der Individualverkehr immer weiter ansteigt. Daraus entstehen viele negative Folgen - einerseits für die Umwelt und das Klima und andererseits für und den Menschen. Durch ein höheres Verkehrsaufkommen kommt es zusätzlich zu erhöhtem Verkehrslärm und mehr Unfällen. Ebenso werden zunehmend mehr Flächen benötigt, sodass bestehende Flächenressourcen umgenutzt und damit versiegelt werden. Durch ansteigende Mobilität werden mehr Treibhausgasemissionen emittiert und Luftschadstoffe in die Atmosphäre gestoßen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass diese Emissionen und Schadstoffe nicht nur während des Fahrzeugbetriebes entstehen. Sie emittieren diese über den gesamten Lebensweg hinweg. Dieser reicht von der Infrastrukturbereitstellung, über die Produktion des Fahrzeuges, der Energiebereitstellung für jegliche Zwischenprozesse und Kraftstoffe bis hin zur bereits erwähnten Nutzung des Verkehrsmittels. Die Umweltauswirkungen variieren daher stark von Verkehrsmittel zu Verkehrsmittel. (41) Die drei Umweltwirkungen Treibhausgasemissionen, Luftschadstoffe und Flächenbedarf werden im Folgenden genauer betrachtet.

3.1 Treibhausgasemissionen

Der Ausstoß von Treibhausgasemissionen im Bereich der Mobilität ist im Bereich Umwelt und Klima sehr bedeutsam. So entfallen circa 19 % der Gesamtemissionen aller bestehenden Konsumfelder auf die Mobilität. (42) Grundsätzlich gilt beim Verkehr außerdem: Je länger die zurückgelegte Strecke ist, desto größer sind auch die daraus resultierenden Umweltwirkungen. Jedoch sollte dabei berücksichtigt werden, wie viele Fahrgäste transportiert werden. Denn jedes Transportmittel hat unterschiedlich große Transportkapazitäten. So besitzt ein Auto in der Regel 4-5 Sitzplätze, wohingegen einem Bus zwischen 70-90 Sitzplätze zur Verfügung stehen. Um diesen Faktor zu berücksichtigen, werden Daten zum Personenverkehr oft in Personenkilometer (Pkm) angegeben. Dabei werden beispielsweise die Treibhausgasemissionen pro Kopf bzw. Sitzplatzanzahl und nicht pro Verkehrsmittel berechnet. Damit ist ein besserer Vergleich der verschiedenen Verkehrsmittel untereinander möglich.

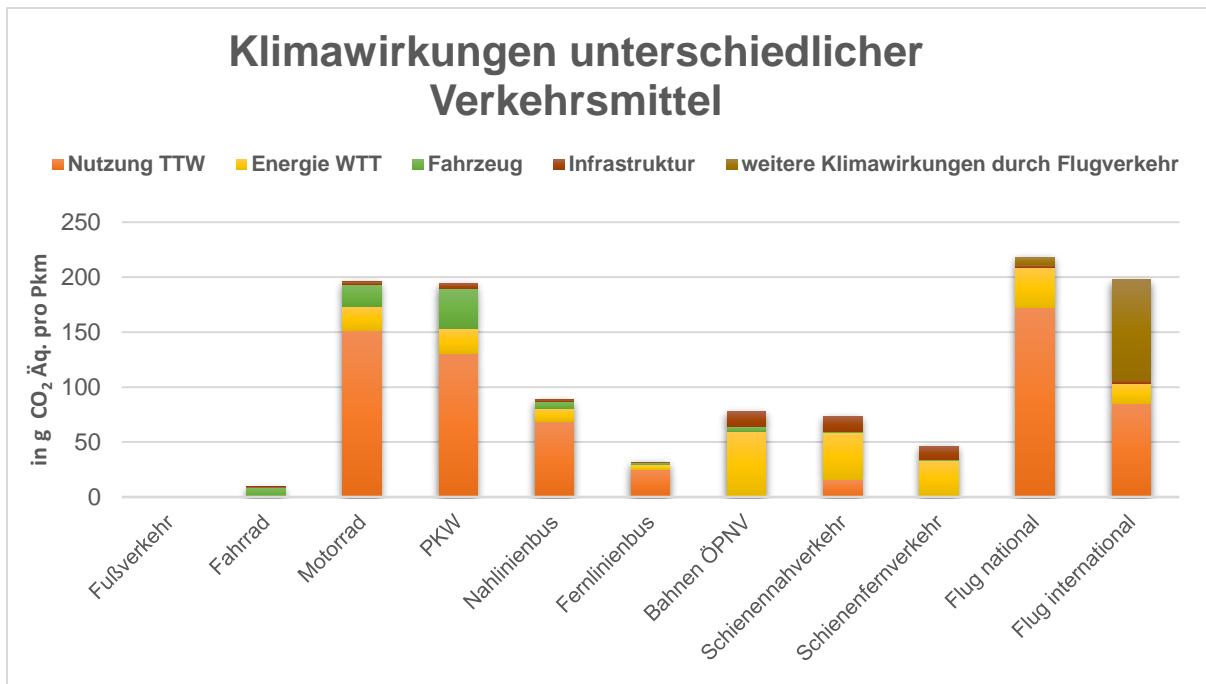


Abbildung 13: Klimawirkungen in g CO₂ Äq. unterschiedlicher Verkehrsmittel nach: (41)

Um Abbildung 13 besser interpretieren zu können, ist vorab die Erläuterung der Abkürzungen TTW (Tank to Wheel) und WTT (Well to Tank) erforderlich. Als TTW wird die Betriebsphase eines Verkehrsmittels bezeichnet. Der (End-)Energieverbrauch des Fahrzeugs und Treibhausgas- und Luftschadstoffe sind in dieser Phase die wichtigsten Größen. Sie entstehen durch Verbrennungsmotoren und Lärmemissionen oder Wind- und Rollwiderständen. Während der Nutzungsphase sind die Umweltwirkungen direkt an das Nutzen gekoppelt. Das bedeutet, je höher die Verkehrsleistung ist, desto schädlicher sind die Umweltwirkungen. Unter WTT wird hingegen die Energiebereitstellung für die Mobilität verstanden. Dazu gehören die Bereitstellung der benötigten Energie für Strom und Kraftstoffe und damit die Extraktion der Rohstoffe, die benötigte Energie in Kraftwerken/Raffinerien und die Energieverteilung. (41)

Wie in Abbildung 13 zu erkennen, sind die Klimawirkungen von Fuß- und Fahrradverkehr besonders niedrig bzw. beim Fußverkehr gar nicht vorhanden. Beim Fahrrad ergeben sich die hauptsächlichsten Emissionen durch den Bau des Fahrzeugs. Daraufhin folgen im Emissionsvergleich Fernlinienbusse und Schienenfernverkehrszüge. Die geringeren Emissionen gegenüber Nahlinienbussen und Schienenbahnverkehrszügen ergeben sich daraus, dass Fernverbindungen in der Regel deutlich weitere Strecken zurücklegen. Dadurch werden die Fahrzeuge besser ausgelastet. Busse produzieren den größten Teil ihrer Emissionen direkt durch die Nutzung von Verbrennungsmotoren. Durch die Verbrennung von Kraftstoffen, wie Benzin und Diesel, werden Treibhausgasemissionen emittiert. Bei Fahrzeugen des Schienenverkehrs entstehen THG-Emissionen hauptsächlich durch die Energiebereitstellung. Da Schienenfahrzeuge strombetrieben sind, wird beispielsweise der Strommix als Antriebsquelle verwendet. Diese gewinnt jedoch einen großen Teil der Energie durch fossile Energieträger, weshalb es zu dem hohen Emissionsfaktor kommt. Bahnen des ÖPNV sind mit Schienenbahnverkehrszügen vergleichbar. Der Pkw hat durchschnittlich zwei- bis dreimal so hohe Gesamtemissionen wie Busse und Bahnen. Diese entstehen hauptsächlich bei der Nutzung des Fahrzeuges, durch den Antrieb mit Verbrennungsmotoren. Außerdem haben Pkws deutlich weniger Sitzplätze als Busse und Bahnen und fahren häufiger Kurzstrecken, was über den gesamten Lebensweg betrachtet, zu deutlich mehr Emissionen führt. Für die Herstellung des Fahrzeuges

werden vergleichsweise viele Emissionen ausgestoßen. Beim Motorrad sieht es beim Emissionsvergleich ähnlich wie beim Pkw aus, außer bei der Fahrzeugherstellung. Da Motorräder in der Regel weniger Bauteile benötigen als Pkws, sind hier auch die Emissionsausstöße geringer. Der Flugverkehr ist ähnlich klimaschädlich wie der Verkehr mit Pkw und Motorrad. Wobei der nationale Flugverkehr den größten Emissionsausstoß, durch die Wirkungskategorie Nutzung, aufweist. Das bedeutet, über die Verbrennung des Kraftstoffes werden Emissionen frei. Durch längere Strecken beim internationalen Flugverkehr nimmt der Einfluss der Nutzungsemissionen bei dieser Verkehrsart ab. Bei internationalen Flügen werden die weiteren Klimawirkungen durch Flugverkehr einflussreicher. (41)

Unter weiteren Klimawirkungen des Flugverkehrs sind die Einflüsse von Wasserdampf, Stickoxiden und Partikeln zu verstehen. Diese stellen zwar keine direkten CO₂-Emissionen dar, können aber zum Verständnis ins Verhältnis zur Klimaschädlichkeit von Treibhausgasen gesetzt werden, um einen besseren Gesamtüberblick zu erlangen. Flugzeuge produzieren Kondensstreifen, welche aus heißen und partikelreichen Abgasen des Verkehrsmittels entstehen. Die Entstehung dieser, sowie ihre Klimawirksamkeit hängt von verschiedenen Bedingungen ab. Demnach beeinflussen Feuchtigkeit, Umgebungsluft oder Temperatur die Entstehung von Kondensstreifen. Durch die Mittelung der Klimaschädlichkeit über einen längeren Zeitraum und weltweit, ergeben sich Klimawirkungen, welche genauso stark wie der Einfluss von CO₂-Emissionen aus dem Flugverkehr sind. Auch Stickoxide sind in ihrer Klimawirksamkeit ähnlich hoch, wie die CO₂-Emissionen des Flugverkehrs. Wasserdampf führt zur direkten Erwärmung der Atmosphäre beim Ausstoß. Allerdings ist diese Auswirkung eher geringfügig ausschlaggebend. (43)

Die Umweltauswirkungen des Personenschiffsverkehrs werden in Abbildung 13 nicht weiter berücksichtigt, da keine genauen Daten zur Aufteilung der Emissionen in die verschiedenen Bereiche des Lebenszyklus eines Fahrzeuges vorliegen. Die Gesamtemissionen belaufen sich in der Schiffsfahrt für Passagiere allerdings zwischen 140 und 670 g CO₂ Äq./Pkm. (44)

3.2 Luftschadstoffe

Nicht nur Treibhausgasemissionen werden im Mobilitätssektor großflächig emittiert. Auch Luftschadstoffe, wie Stickoxide (NO_x) und Feinstaubpartikel (PM₁₀), werden bei der Verbrennung von fossilen Energieträgern in die Atmosphäre ausgestoßen oder bei der Fahrzeugherstellung und weiteren Prozessen innerhalb des Lebenszyklus emittiert.

Stickoxide sind reaktive Stickstoffverbindungen und umfassen verschiedene Stoffe, von denen vor allem Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) für die Beurteilung der Luftqualität relevant sind. Stickoxide verursachen eine Vielzahl von negativen Gesundheits- und Umweltwirkungen und sind Vorläufersubstanzen von Ozon (O₃), da sie in Verbindung mit Kohlenwasserstoffen dazu reagieren. Ozon ist ein farbloses und giftiges Gas, welches schwerwiegende gesundheitliche Folgen haben kann und stark klimawirksam ist. Stickoxide sind vor allem durch die Bildung des Gases NO₂ stark gesundheitsgefährdend. Wird dieses inhaliert, kann es das Schleimhautgewebe und den gesamten Atemtrakt reizen. Dies kann zu Langzeitschäden bis hin zum Tod führen. Doch auch Feinstaubpartikel wie PM₁₀, mit einem Korndurchmesser kleiner als 10 µm, können die Gesundheit beeinträchtigen. Je kleiner Feinstaubpartikel sind, desto schädlicher sind sie. So können diese das Entstehen von Lungenkrankheiten fördern, wodurch es langfristig Lungenentzündungen, Krebs oder Asthma kommen kann.

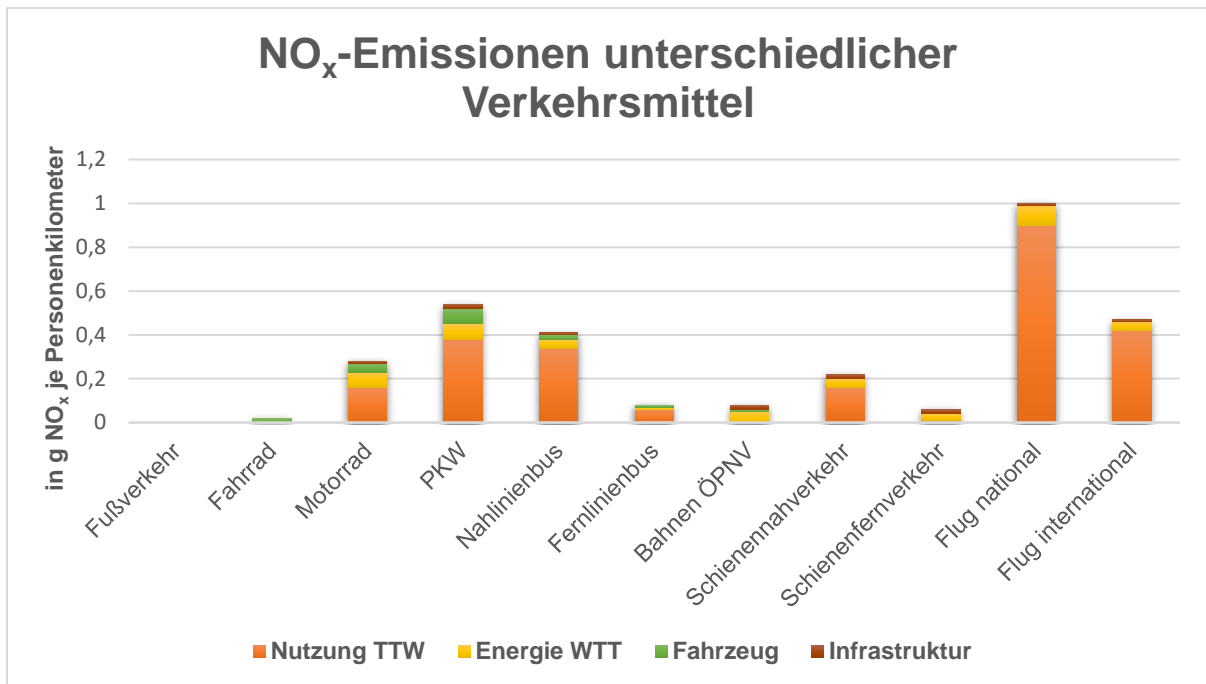


Abbildung 14: NO_x-Emissionen in g NO_x je Personenkilometer verschiedener Verkehrsmittel nach: (41)

Abbildung 14 stellt dar, dass der Fuß- und Fahrradverkehr die geringsten Luftschadstoffausstöße hat. Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren wie Pkw, Motorrad, Bus oder Flugzeug, haben die höchsten Ausstöße von Luftschadstoffen. Hier werden vor allem durch die Nutzung des Fahrzeuges Stickoxide freigesetzt. Andere Lebenswegabschnitte haben oft einen geringeren Einfluss auf die Luftverunreinigung durch Schadstoffe, da die giftigen Gase hauptsächlich beim Verbrennungsprozess in Motoren entstehen. Das liegt daran, dass der Motor Luft ansaugt und das darin großteilig enthaltene Stickstoff nach der Verbrennung übrigbleibt und ausgestoßen wird. Die Unterschiede zwischen Verkehrsmittel aus dem Nah- und Fernverkehr entstehen hauptsächlich dadurch, dass beim Fernverkehr größere Strecken zurückgelegt werden. Dadurch kommt es verhältnismäßig zu geringeren Luftschadstoffausstößen. (41)

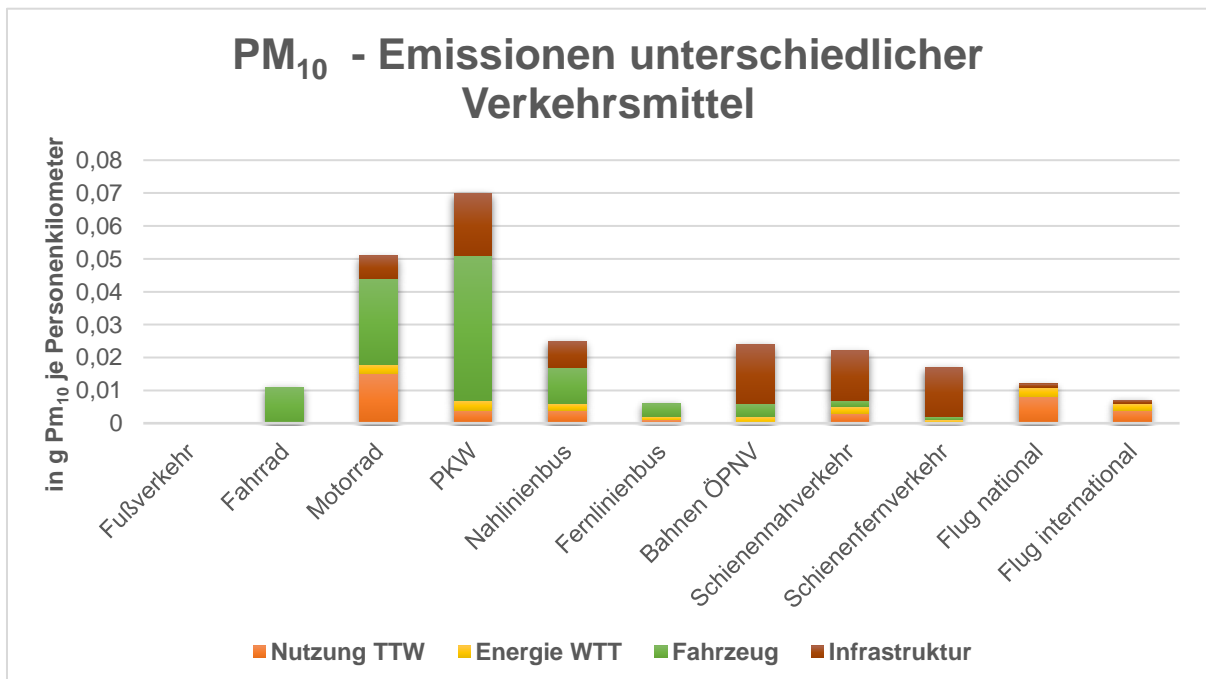


Abbildung 15: PM₁₀ Emissionen in g PM₁₀ je Personenkilometer unterschiedlicher Verkehrsmittel

In Abbildung 15 wird deutlich, dass der Großteil der PM₁₀ Emissionen nicht durch die Nutzung des Fahrzeuges freiwerden, sondern in anderen Lebenswegabschnitten eines Verkehrsmittels entstehen. Das liegt unter anderem daran, dass in den letzten Jahren die Feinstaubproblematik bei motorisierten Verkehrsmitteln, mit einem Partikelfilter gelöst wurde. Bestimmte Partikelfilter entfernen bis zu 99,9% der Feinstaubpartikel aus den Abgasen. (45) Die meisten PM₁₀ Emissionen werden bei der Fahrzeugherstellung und der Infrastrukturbereitstellung frei. Das liegt daran, dass während dieser Prozesse verschiedenste Bautätigkeiten durchgeführt werden, bei denen es zu Abrieb und zur Entstehung von Feinstaubpartikeln kommt. Die großen Unterschiede an Emissionen der Verkehrsmittelarten mit Verbrennungsmotor, also dem Pkw im Vergleich zu Bus, Bahn etc., liegen daran, dass letztere weitere Strecken mit höherer Sitzplatzanzahl zurücklegen. Die freiwerdenden Emissionen verteilen sich dabei auf die Fahrgastanzahl.

3.3 Flächenbedarf

Um eine Verkehrsinfrastruktur zu errichten oder weiter auszubauen, werden Straßen, Schienen oder Flughäfen benötigt. Dadurch kommt es zur Flächenumnutzung. (41)

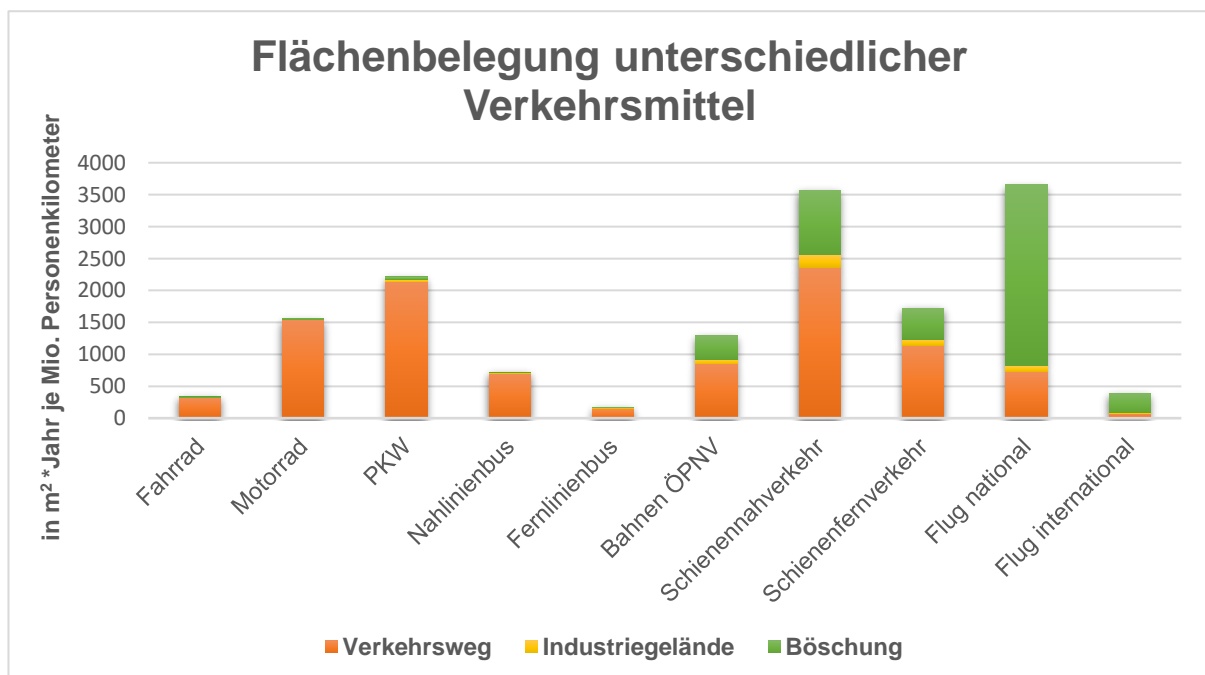


Abbildung 16: Flächenbelegung unterschiedlicher Verkehrsmittel nach:

Wichtig bei Abbildung 16 zu beachten ist, dass die Flächenbelegung durch Böschung eine deutlich höhere ökologische Qualität aufweist, als die versiegelte Flächenbelegung durch Verkehrswege oder Industriegelände. Ansonsten fällt auf, dass der Fahrradverkehr, im Gegensatz zur Ausprägung bei anderen ökologischen Wirkungen, nicht den geringsten Wert aufweist. Das ist jedoch nicht nur nachteilig, da der Ausbau von Radwegen dafür sorgt, dass die Bedeutung von Fahrradmobilität steigt und weniger auf motorisierte Verkehrsmittel mit deutlich schwerwiegenderen Umweltwirkungen gesetzt wird. Der Flugverkehr schneidet im Schnitt nicht so schlecht ab, wie Pkws oder Motorräder, da neue Flughäfen seltener gebaut und ausgebaut werden als Straßen. Außerdem beinhaltet die Flächenbelegung durch Flughäfen einen großen Anteil an Böschung. (41)

4. Methodik

Die Methodik der wissenschaftlichen Arbeit zum Thema „Entwicklung eines Tools zur Evaluation und Visualisierung ökologischer Wirkungen von Suffizienzpraktiken“ begrenzt sich nicht auf eine konkrete Methode, sondern verbindet mehrere verschiedene miteinander.

Grundlegend hat die gesamte Arbeit zum Ziel bereits bestehende Studien, Veröffentlichungen und Datensätze von Forschungsinstitutionen oder Umweltverbänden im Bereich der verschiedenen Konsumfelder als Datengrundlage zu verwenden. Die wichtigsten Inhalte werden aus teils sehr detaillierten Berichten, Studien etc. herausgefiltert und anschließend nach ihrer Aussagekraft sortiert. Daraufhin werden Inhalte aus unterschiedlichen Quellen miteinander verglichen und entschieden, ob die Inhalte miteinander übereinstimmen oder ggf. abgeschätzt, welche Datengrundlage am aussagekräftigsten ist. Daraufhin werden die gefilterten Kernaussagen als anschauliche Grafiken und Informationstexte bei Excel dargestellt, welche darauf abzielen, Anwender*innen über ihr eigenes Konsumverhalten aufzuklären. Dies kann außerdem damit umgesetzt werden, dass interaktive Anwendungen in das Tool eingebaut werden, um teilweise fachlich sehr komplexe Inhalte so unkompliziert wie möglich zu vermitteln.

Eine Methodik, die in diesem Prozess Anwendung findet, ist die Literaturrecherche. Da für die Entwicklung des Tools, bereits bestehende Literatur und Ergebnisse verwendet und neu umsortiert werden. Des Weiteren wird zum Teil die Methodik einer qualitativen Inhaltsanalyse verwendet. Dabei werden möglichst viele Texte systematisch nach der gegebenen Forschungsfrage durchsucht, um Antworten darauf zu erhalten. In dem Fall der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit ist es die gezielte Suche nach Informationen zu verschiedenen Konsumfeldern und deren ökologischen Wirkungen innerhalb verschiedenster Quellen, um daraus Kernaussagen zu erhalten. Des Weiteren beruht das Tool auf einer Neuentwicklung. Da es das Ziel ist, eine funktionstüchtige Anwendung zu schaffen, die in genau dieser Form und mit diesem Anwendungsspektrum noch nicht existiert. Im gesamten Verlauf der Arbeit liegt der Fokus auf die Entwicklung dieses Tools.

Das Tabellenkalkulationsprogramm Excel wird als Basis für die Benutzeroberfläche des Tools verwendet. Mit Excel ist es möglich, Daten einzulesen und anschließend als Grafiken und Diagramme auszugeben. Das Programm ermöglicht außerdem, durch die geschickte Kombination bestimmte Befehle auf Programmierungsebene, die gezielte Verknüpfung verschiedener Daten. Ebenso ist die gestalterische Ausarbeitung verschiedener Informationen im Anschluss möglich. Damit wird ein großer Handlungsspielraum geschaffen. Auch ist es möglich, große Datensätze einzulesen und so zu modellieren, dass bestimmte Daten nur durch bestimmte Aktionen angezeigt werden. Durch diese Interaktivität ist es möglich, ein Tool zur Anwendung für jegliche Personen ohne technische Vorkenntnisse zu schaffen. Das ist sehr wichtig im Hinblick darauf, dass der SuPra-Rechner nicht nur von fachlich versierten Personen verwendet werden soll, sondern besonders Rücksicht auf weniger aufgeklärte Anwender*innen nimmt. Die Datenvermittlung soll deshalb so einfach wie möglich gestaltet sein.

Abschließend ist zur Methodik der wissenschaftlichen Arbeit zu sagen, dass durch die gezielte Sammlung von Daten und Informationen und deren anschließende Reduktion auf die wichtigsten Kernaussagen viele, oft sehr lange wissenschaftliche Texte aufgearbeitet werden. Das hat zur Folge, dass sehr wichtige Informationsgehalte aus Texten gefiltert werden, die ein durchschnittlicher Anwendender des entstehenden Tools nicht oder nur schwer zur Kenntnis genommen hätte.

5. Ergebnisse

5.1 Grundlegender Aufbau

Die Ergebnisse des SuPra-Rechners umfassen das Konsumfeld Ernährung und das Konsumfeld Mobilität. Da während der laufenden Arbeiten festgestellt wird, dass der Bereich der Ernährung zu umfangreich ist, um die Ergebnisse in einer Datei darzustellen, wird das Konsumfeld Ernährung in zwei Teilgebiete aufgeteilt. Diese sind die beiden Bereiche Ernährungsweisen und Lebensmittelverschwendung. Zusammen mit dem Teilgebiet Mobilität ergeben sich drei unterschiedliche Exceldateien, die als externe Anhänge der wissenschaftlichen Arbeit angefügt werden. Die Namen der Anhänge sind jeweils nach ihrem inhaltlichen Teilbereich und wie folgt benannt: „Anhang1_Ernährungsweisen_Metla, Anhang2_Lebensmittelverschwendung_Metla, Anhang3_Mobilität_Metla“.

Der grundlegende Aufbau eines jeweiligen Teilgebiets innerhalb Excels ist in der Regel immer gleich. Es gibt ein bis zwei Hauptseiten oder auch Startseiten und mehrere Unterkategorien, die in ihrer Häufigkeit je nach Teilgebiet unterschiedlich vorkommen. Letztere sind als Suffizienzpraktiken zu verstehen. Auf der Startseite wird eine allgemeine Abfrage durchgeführt. Diese dient dazu, dass sich die Anwendenden in das jeweilige Konsumfeld einordnen können. Das bedeutet, es wird der jeweilige Zustand der eigenen Person in der Thematik aufgezeigt, sodass sich im besten Fall ein Konsummuster abzeichnet. Nach der Abfrage und der anschließenden Einordnung auf der Startseite ist es den Anwender*innen möglich, bereits grundlegende ökologische Wirkungen ihres Konsumverhaltens abzulesen. Dadurch wird das Interesse gezielt geweckt, den Rechner weiter durchzuarbeiten, ohne zu viele Informationen vorwegzunehmen. Sollte das Interesse der Benutzer*innen bereits nach der Startseite enden, wird zumindest einer der wichtigsten Fakten im Bereich ökologische Wirkungen über das jeweilige Konsumfeld im Rahmen der Abfrage bekannt gegeben, was zur persönlichen Einordnung des Konsumverhaltens führen kann.

Nach der Abfrage auf der Hauptseite folgen Informationen und Abfragen zu spezifischen Thematiken, welche meist ökologische Wirkungen des jeweiligen Konsumfelds, aber auch aufklärende Inhalte beinhalten. Diese Unterkategorien stellen die Besonderheit des Rechners dar. Denn sie sollen als Suffizienzpraktiken verstanden werden und dazu dienen, die Anwender*innen aufzuklären und zu einem bewussteren Konsumverhalten zu führen, indem konkret benannt wird, was zu tun ist, um bestimmten Umweltwirkungen mit dem eigenen Einfluss entgegenzuwirken. Zur besseren Vermittlung der Informationen wird innerhalb jeder Suffizienzpraktik entweder ein Bezug zur Abfrage auf der Startseite hergestellt oder eine neue persönliche Abfrage direkt innerhalb der Suffizienzpraktik durchgeführt.


Wichtig bei den Ergebnissen ist außerdem zu beachten, dass die Menge an Informationsgehalten und die Genauigkeit der Ausarbeitungen je nach Konsumfeld stark variieren. Das liegt daran, dass die Ergebnisse zur Arbeit innerhalb einer zeitlich begrenzten Zusammenarbeit mit dem ifeu entstanden sind. Bei der iterativen Entwicklung des Rechners wird vor allem Wert auf qualitative Aussagen gelegt und nicht auf die bloße Datenerhebung, weshalb es zur unterschiedlichen Gewichtung der Inhalte zwischen den verschiedenen Konsumfeldern kommt. Alle Quellen, auf denen der Rechner basiert, sind im Arbeitsblatt „Quellen“ der jeweiligen Exceldatei zu finden.

5.2 Konsumfeld Ernährung – Ernährungsweise

Innerhalb des Konsumfelds Ernährung wird das Teilgebiet der Ernährungsweise bearbeitet. Hier wird der grundlegende Ernährungsstil der Anwender*innen betrachtet und deren ökologische Auswirkungen. Infolgedessen entstehen innerhalb Excels zwei Arbeitsblätter in Form von Startseiten zum Thema Mahlzeiten und Getränke und damit zur und allgemeinen Einordnung in das Themenfeld Ernährungsweise und vier Arbeitsblätter, welche Umweltwirkungen in Form von Suffizienzpraktiken darstellen.

5.2.1 Aufbau und Umsetzung der Startseite

(Werte in kg CO₂-Äq. /Portion Lebensmittel)

Auswahl und Zusammenstellung eines Gerichts 

Fleisch oder alternative Proteinlieferanten
Rindfleisch, Durchschnitt
1. Beilage (Sättigungsbeilage)
Dinkel, Feisersatz
2. Beilage (Gemüsebeilage)
1 Avocado, Durchschnitt
2 Champignons, Dose
3 Bohnen, frisch
Nachtsch
Ananas, Dose

Gesamtemissionen = 3,8 kg CO₂-Äq. /Gericht

Abbildung 17: eigene Darstellung zur Mahlzeitenabfrage aus Anhang1_Ernährungsweisen_Metla / Übersicht Mahlzeiten

Abbildung 17 stellt die Mahlzeitenabfrage aus dem externen Anhang1_Ernährungsweisen_Metla dar. Das Stiftsymbol macht in diesem Fall und auch im späteren Verlauf des Rechners deutlich, dass die Benutzer*innen an dieser Stelle etwas ausfüllen oder auswählen können. Der Gebrauch dieser Teilanwendung dient in erster Linie dazu, den Anwender*innen ein Gericht zusammenstellen zu lassen, welches sie im Alltag zu sich nehmen. Den Anwendenden ist es möglich aus Mahlzeitenkomponenten, wie Fleisch oder alternativen Proteinlieferanten, Sättigungsbeilage, Gemüsebeilage und Nachtsch jeweilige Lebensmittel auszusuchen. Daraus ergibt sich anschließend eine Mahlzeit, deren Gesamtemissionen in kg CO₂ Äq. pro Gericht angezeigt wird. Dabei liegt der Fokus nicht darauf, so viele Lebensmittel wie möglich zur Auswahl zu stellen, sondern sie nach ihrer Aussagekraft innerhalb ökologischer Wirkungen darzustellen. Damit wird beispielsweise nicht jedes Obst und Gemüse aufgelistet, sondern nur diejenigen, die sich in ihrer Verpackungsart, ihrer Herkunft oder ihres Transportweges unterscheiden. Denn nur daraus ergeben sich deutliche Unterschiede für die Umweltwirkungen, die bei anschließender Änderung des Gerichts deutlich machen, auf welche Faktoren die Benutzer*innen beim Verzehr und Einkauf von Lebensmitteln besonders achten sollten. Diese Faktoren wurden innerhalb der Grundlagen in Kapitel 2.1.1.1, 2.1.1.2 und 2.1.1.3 bereits erläutert.

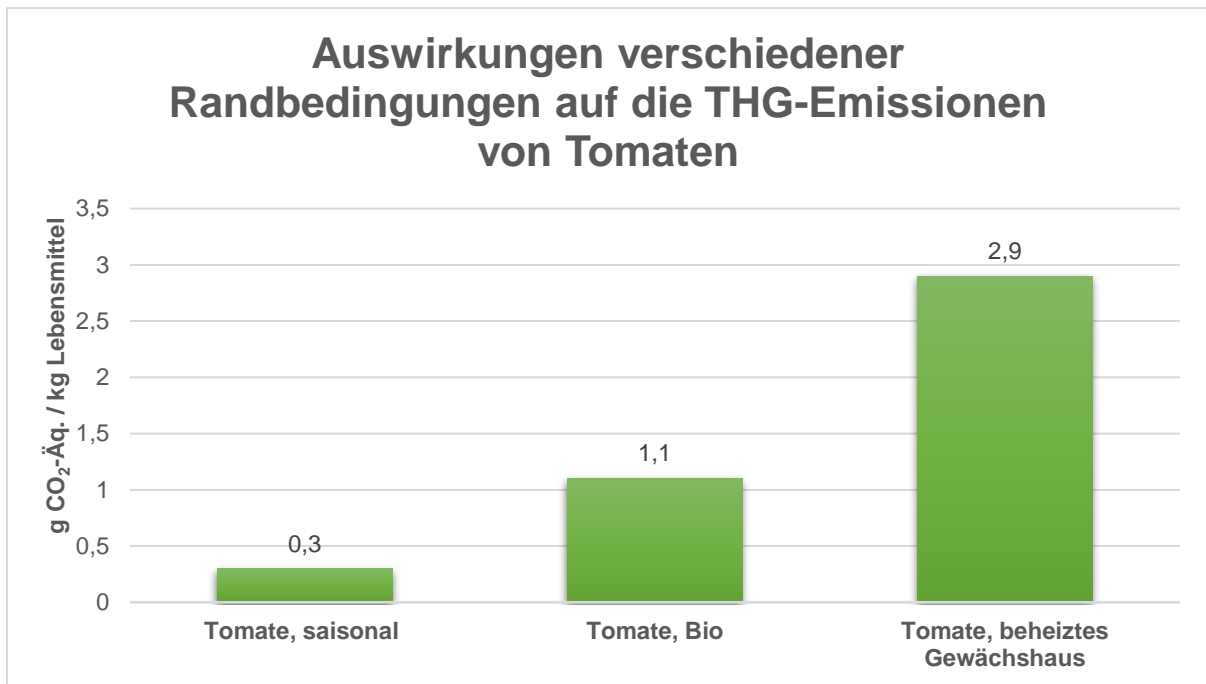


Abbildung 18: Auswirkungen verschiedener Randbedingungen auf die THG-Emissionen von Tomaten in g CO₂-Äq. / kg Lebensmittel

Anhand von Abbildung 18 ist beispielhaft erkennbar, dass sich verschiedene Randbedingungen auf die ökologische Wirksamkeit von Tomaten auswirken. Zum einen spielt die Saisonalität, der ökologische Anbau und die Herkunft eine entscheidende Rolle bei der Größe des CO₂-Fußabdrucks der jeweiligen Tomaten. Bei den saisonalen Tomaten entstehen die geringsten Emissionen, da das Gemüse in Deutschland geerntet werden kann. Es wird damit weder besonders viel Energie für den Transport noch für die Züchtung benötigt. Die Biotomaten haben mittelmäßig hohe THG-Emissionen. Das liegt an den bereits unter Kapitel 2.1.1.1 erläuterten Landnutzungsänderungen. Die Tomaten aus dem beheizten Gewächshaus, auch "Wintertomate" genannt, schneiden deutlich am schlechtesten im Vergleich ab. Denn für das Wachstum wird besonders viel Energie benötigt, welche in der Regel aus nicht grün erzeugtem Strom kommt. Genau diese Unterschiede sollen auch den Benutzer*innen aufgezeigt werden, sodass diese im besten Fall über ihr Konsumverhalten aufgeklärt werden. Daraufhin ist es möglich eine persönliche Einschätzung darüber zu treffen, in welchen Bereichen der eigene Konsum anpassbar ist, um eine suffizientere Lebensweise zu fördern.

Nach Durchführung der Mahlzeitenabfrage werden in einem zusätzlichen Diagramm auf der Startseite die einzelnen THG-Emissionen in kg CO₂ Äq. pro Gericht der zuvor ausgewählten Lebensmittel dargestellt. Dieses wird in Form eines Balkendiagramms ausgegeben und ist im Anhang1_Ernährungsweisen_Metla ersichtlich. Sollten die Anwender*innen anschließend eine Zutat ihres Gerichts abändern, passt sich das Diagramm automatisch an und veranschaulicht, ob die CO₂-Emissionen des angepassten Lebensmittels gestiegen oder gesunken sind. Das spiegelt sich ebenfalls in den Gesamtemissionen wider. Daraufhin veranschaulicht ein weiteres Diagramm auf der ersten Startseite beispielhaft, wie hoch die eigenen CO₂-Emissionen sind. Dies gelingt dadurch, dass die Anwendenden aufgefordert werden anzugeben, wie oft pro Woche sie ein Gericht dieser Art durchschnittlich zu sich nehmen. Dieser Wert wird auf das Jahr hochgerechnet. Anschließend wird dargestellt, wie viele Buchen es benötigt, um die produzierte Menge an CO₂ jährlich zu binden. Das soll zum besseren Verständnis der Größe des eigenen CO₂-Fußabdrucks dienen.

Für die Umsetzung der Benutzeroberfläche dienen hauptsächlich die Daten aus einer Studie des ifeus zu ökologischen Fußabdrücken von Lebensmitteln. (3) Um die in Abbildung 17 dargestellte Abfrage umzusetzen, müssen vorerst die Datengrundlagen erstellt werden. Dies geschieht auf den ausgeblendeten Arbeitsblättern im Anhang1_Ernährungsweisen_Metla mit den Namen: "Lebensmittelübersicht, Stammdaten Mahlzeiten, Umrechnung Mahlzeiten". Die Arbeitsblätter sind in der Regel ausgeblendet, um die Benutz*innen bei der Anwendung des Tools nicht zu behindern, können aber jederzeit wieder eingeblendet werden. Im Arbeitsblatt "Lebensmittelübersicht" werden die CO₂-Fußabdrücke der Lebensmittel aus verschiedenen Mahlzeitenkategorien in kg CO₂-Äq. /kg aufgelistet. Da es für die Umsetzung der Mahlzeitenabfrage essenziell ist, in welcher Portionsgröße diese in einem durchschnittlichen Gericht zu sich genommen werden, werden einheitliche Daten dazu recherchiert. Anschließend werden neue CO₂-Fußabdrücke für jedes Lebensmittel berechnet. Die Portionsgrößen der Lebensmittel werden dabei einmal als Hauptkomponente und einmal als Beilage ermittelt.

Lebensmittel	CO ₂ -Fußabdruck[kg CO ₂ -Äq. /kg Lebensmittel]	Durchschnittliche Grammanzahl (g) pro Lebensmittel als Hauptkomponente	Berechnung kg CO ₂ -Äq. /Portion Lebensmittel (Hauptkomponente)	Durchschnittliche Grammanzahl (g) pro Lebensmittel als Beilage	Berechnung kg CO ₂ -Äq. /Portion Lebensmittel (Beilage)
Obst & Gemüse					
Ananas, per Schiff	0,6	150	0,09		0,00
Ananas, per Flugzeug	15,1	150	2,27		0,00
Ananas, Dose	1,8	150	0,27		0,00
Apfel, Durchschnitt	0,3	150	0,05		0,00
Apfel, aus der Region im Herbst	0,3	150	0,05		0,00
Apfel, aus der Region im April	0,4	150	0,06		0,00
Apfel (Bio), Durchschnitt	0,2	150	0,03		0,00
Apfel, aus Neuseeland	0,8	150	0,12		0,00
Aubergine	0,2	500	0,10	200	0,04
Avocado, Durchschnitt	0,6	500	0,30	200	0,12
Avocado, aus Peru	0,8	500	0,40	200	0,16
Avocado (Bio), aus Peru	0,8	500	0,40	200	0,16

Abbildung 19: Ausschnitt aus Anhang1_Ernährungsweisen_Metla / Lebensmittelübersicht

Abbildung 19 stellt den beschriebenen Aufbau zur Lebensmittelübersicht dar. Aufgelistet sind die Lebensmittel unterhalb ihrer Nahrungsmittelkategorie mit den dazugehörigen CO₂-Fußabdrücken für das kg Lebensmittel und für eine Portionsgröße als Hauptkomponente oder Beilage. Obst wird beispielsweise dabei nicht als Beilage berechnet, da diese Verwendung eher unüblich ist.

Um den Rechner übersichtlicher zu gestalten und nicht zu hohe Ansprüche für die Datenerhebung an die Benutzer*innen zu stellen, wird anschließend abgeschätzt, welche Lebensmittelkategorien eher als Hauptkomponente und welche eher als Beilage verwendet werden. Deshalb werden nur Fleisch- und Proteinlieferanten in der Größenordnung der Hauptkomponenten zugeordnet und Gemüse- und Sättigungsbeilagen, sowie der Nachtisch in Beilagengröße. Diese Zuordnung findet innerhalb des Arbeitsblattes "Stammdaten Mahlzeiten" statt. Diese Datensätze werden auf der Benutzeroberfläche in Form eines Drop and Down Menüs dargestellt. Die letztendliche Berechnung der CO₂-Fußabdrücke und Registrierung und Verknüpfung der ausgewählten Lebensmittel zu einer vollständigen Mahlzeit, wird auf dem Arbeitsblatt "Umrechnung Mahlzeiten" durchgeführt. Dafür werden zuerst erneut die Kategorie und Art der Lebensmittel aufgelistet. Daraufhin kommt eine "ZÄHLENWENN" Excelfunktion zum Einsatz. Diese Funktion zählt die Anzahl der Zellen, die ein bestimmtes Kriterium erfüllen. Durch die richtige Verknüpfung der Stammdaten mit denen der Drop and Down Menüs auf der Benutzeroberfläche, ist es möglich herauszufinden, welche Auswahl der Benutzer*innen getroffen wird und wie hoch die CO₂-Emissionen der einzelnen und gesamten Lebensmittel sind.

Im Detail prüft die Funktion auf der Startseite, innerhalb einer Mahlzeitenkategorie, ob es eine Übereinstimmung des Namens mit einem aus den Stammdaten bestehenden Namen gibt. Falls dieses Kriterium erfüllt wird, werden keinen weiteren Schritte durch die Funktion durchgeführt. Sollte das Kriterium jedoch erfüllt werden, werden die in den Stammdaten hinterlegten CO₂-Werte für das jeweilige Lebensmittel ausgegeben. Mit einer Summenfunktion können die Gesamtemissionen des ausgewählten Gerichts bestimmt und auf der Benutzeroberfläche hinterlegt werden. Für die Darstellung des Diagramms zur Auflistung der CO₂-Emissionen der einzelnen Lebensmittel, wird ein "SVERWEIS" verwendet. Die Berechnungen dazu sind unterhalb der Tabelle für die Mahlzeitenabfrage auf dem Arbeitsblatt "Umrechnung Mahlzeiten" zu finden. Die Funktion dient dazu, bestimmte Elemente innerhalb eines Bereichs zu suchen. Dafür prüft diese, ob der Name, des in der Mahlzeitenabfrage gewählten Lebensmittels, innerhalb der aufgelisteten Lebensmittel der Stammdaten zu finden ist. Bei einer Übereinstimmung, welche im Falle des Tools immer vorkommt, werden der Tabellenbereich, mit Name des Lebensmittels und zugehörigem CO₂-Fußabdruck, ausgegeben. Daraus kann ein bei Veränderung der Lebensmittelauswahl sich anpassendes Diagramm gebildet werden. Für die Berechnung der Jahresemissionen, wird der Wert der Gesamtemissionen mit der durchschnittlichen jährlichen Wochenanzahl von 52,14 und der Frequenz des Konsums eines solchen Gerichts der Benutzer*innen pro Woche multipliziert. Für die Bestimmung der Anzahl der Buchen zur Kompensation der theoretisch erzeugten Jahresemissionen, werden jene durch die durchschnittliche CO₂ Aufnahmefähigkeit einer Buche von 12,5 kg CO₂ pro Jahr geteilt. Das Arbeitsblatt "Übersicht Getränke" dient wie die Mahlzeitenabfrage, zur Einschätzung des Konsumverhaltens. Zur Darstellung auf der Benutzeroberfläche wird ein weiteres Arbeitsblatt namens "Stammdaten Getränke" erstellt. Dafür werden die CO₂-Fußabdrücke der verschiedenen Getränke in kg CO₂-Äq. / l Lebensmittel hinterlegt und mit den in der Abfrage getätigten Angaben zur täglichen Menge welcher Getränke in l multipliziert. Die Gesamtemissionen werden anschließend jeweils pro Tag und pro Jahr ausgegeben und in einem Diagramm veranschaulicht.

Wie viel Liter nimmst du von welchem Getränk durchschnittlich pro Tag zu dir ?

Mineralwasser Glasmehrwegflasche	0 l
Leitungswasser	1,5 l
Tasse Kaffee (mit 0,2l)	0,4 l
Orangenlimonade Einwegplastikflasche	0,2 l
Orangensaft Verbundkarton	0 l
Apfelsaft Glasmehrwegflasche	0,2 l
Apfelsaft Verbundkarton	0 l
Wein, 0,75 L-Glaseinwegflasche	0 l
Bier Glasmehrwegflasche	0 l
Bier Weißblechdose	1 l

Abbildung 20: Ausschnitt aus Anhang1_Ernährungsweisen_Metla / Übersicht Getränke

5.2.2 Aufbau und Umsetzung der Suffizienzpraktiken

Der grundsätzliche Aufbau der Suffizienzpraktiken ist in der Regel immer gleich. An erster Stelle wird die Suffizienzpraktik benannt. Diese soll den Benutzer*innen aufzeigen, um welche Praktik es sich auf dem aktuellen Arbeitsblatt handelt und zu welchem Thema Bezug genommen wird. Daraufhin folgt ein kurzer Informationstext, welcher mit einem Ausrufesymbol markiert ist. Der Text gibt einen weiteren kurzen Einblick in das Thema, indem etwa Definitionen oder der aktuelle Stand der ökologischen Wirkung erläutert wird. Es folgen Diagramme, die zur weiteren Aufklärung und Einführung in das Thema dienen. Oft stehen den Benutzer*innen im weiteren Verlauf Anwendungen zur Verfügung, um für eine bessere Einordnung des eigenen Konsumverhaltens und deren Einfluss auf verschiedene Umweltwirkungen zu sorgen. Zu beachten ist, dass sich alle Suffizienzpraktiken auf die Verringerung des Konsums von tierischen Produkten beziehen und sich nur die ökologischen Faktoren verändern.

5.2.2.1 Suffizienzpraktik – Übersicht über die ökologischen Wirkungen

Die erste Suffizienzpraktik bezieht sich darauf, wie sich der Konsum von weniger tierischen Produkten und mehr pflanzlichen Alternativen auf verschiedene ökologische Wirkungen auswirkt.



Abbildung 21: Umweltauswirkungen des deutschen Lebensmittelkonsums pro kg Produkt aus Anhang1_Ernährungsweisen_Metla / 1. SuPra - öko. Wirkungen

Mithilfe von Abbildung 21 wird den Anwendenden vermittelt, wie sich verschiedenen Umweltwirkungen von pflanzlichen und tierischen Produkten unterscheiden. Zu den Umweltwirkungen gehören der Treibhauseffekt in kg CO₂ Äq., die landwirtschaftliche Flächenbelegung in m² pro Jahr, die Feinstaubbildung in g PM₁₀-Äq. Und die fossile Rohstoffnutzung in kg Öl Äq. . Da letzteres noch nicht genauer erläutert wurde, folgt die Erklärung in diesem Kapitel. Die fossile Rohstoffnutzung beschreibt, wie viele fossile Energieträger in Form von Öl für verschiedenste

Prozesse innerhalb der Wertschöpfungskette für die Produktion von tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln benötigt werden. Denn es werden für die Transportvorgänge fossile Rohstoffe verwendet oder während der Aufbereitung der einzelnen Nahrungsmittel in der Industrie. Bei der Darstellung aus Abbildung 21 geht es in erster Linie nicht um die konkreten Zahlen, weshalb auch keine zusätzliche Datentabellen oder Datenbeschriftungen vorgenommen werden. Die Intention dieser Abbildung liegt darin, den Benutzer*innen auf einem Blick zu vermitteln, dass die Vermeidung tierische Produkte in einem großen Ausmaß dazu beiträgt, bestimmte ökologische Wirkungen zu reduzieren.

Daraufhin folgen drei Anwendungen, die den Benutzer*innen konkrete Werte über deren Konsumverhalten liefern und wie diese sich bei Veränderung auf die Umweltfaktoren auswirken.

Mit Stiftsymbolen wird wieder gekennzeichnet, an welche Stelle die Benutzer*innen Werte ergänzen können. Die erste Anwendung verdeutlicht die Reduktion der Umweltwirkungen, durch den konkreten Verzicht einer bestimmten Menge Fleisch und tierischen Produkte in kg pro Jahr, wenn diese durch die gleiche Menge an pflanzlichen Produkten und Alternativen ersetzt werden. Die Einsparungen werden unterhalb der Frage dargestellt. Für die Berechnung dieser werden auf dem ausblendbaren Arbeitsblatt "Stammdaten Suffizienzpraktiken" einige Umrechnungen vorgenommen. Im Detail werden dafür zuerst die Größe der einzelnen Umweltfaktoren für tierische und pflanzliche Produkte aufgelistet. Diese Daten werden ebenfalls für die Erstellung des zuvor beschriebenen Diagramms verwendet. Aus den beiden Werten für tierische und pflanzliche Produkte, wird pro ökologischen Faktor die Differenz gebildet und mit der Anzahl der von den Anwendenden angegebenen einsparbaren Summe in kg multipliziert. Da alle Umweltwirkungen auf das Kilogramm Produkt ausgelegt sind, ist diese Form der Umrechnung möglich. Es ergeben sich die einsparbaren ökologischen Wirkungen in den jeweiligen Einheiten pro Kilogramm Produkt, wenn die gleiche Anzahl tierischer Produkte durch pflanzliche ersetzt werden.

An zweiter Stelle ist eine aufklärende Berechnung dargestellt. Diese soll verdeutlichen, dass selbst beim Verzehr von gerade einmal einer Portion tierischer Lebensmittel pro Tag, über das Jahr gesehen, sehr hohe Umweltwirkungen resultieren. Dieses Verhältnis ist im Vergleich zu der ersten Anwendung abschätzbar. Für die Berechnung der Werte, wird die Portionsgröße von 0,2 kg mit der durchschnittlichen jährlichen Tagesanzahl von 364,14 und mit dem Wert der jeweiligen ökologischen Wirkung für tierische Produkte multipliziert.

Die letzte Anwendung soll verdeutlichen in welcher Höhe ökologische Wirkungen eingespart werden können, wenn für eine gewisse Tagesanzahl im Jahr auf eine Portion tierische Produkte komplett verzichtet wird. Für die Berechnung wird die durchschnittliche Portionsgröße von 0,2 kg mit der durchschnittlichen Tagesanzahl pro Jahr 365,14 und den durch die Benutzer*innen anpassbaren Wert der Tagesanzahl multipliziert.

5.2.2.2 Suffizienzpraktik – zur Reduktion des landwirtschaftlichen Wasserbedarfs

Die nächste Suffizienzpraktik behandelt die ökologische Wirkung des landwirtschaftlichen Wasserverbrauchs und deren Verringerung durch die Reduzierung des Konsums von tierischen Produkten. Nach der Benennung der Suffizienzpraktik folgt ein kurzer Informationstext über die Beeinflussung des landwirtschaftlichen Wasserverbrauchs durch tierische Produkte. Daraufhin werden die unterschiedlichen Kategorien des Wassers erklärt.

Gemeint sind grünes, blaues und graues Wasser. Die folgende Abbildung 22 klärt über den Wasserbedarf verschiedener tierischer Produkte auf. Dabei wird in die zuvor genannten drei Kategorien des Wassers unterschieden. Das Diagramm soll visuell und numerisch vermitteln, wie viel Wasser tatsächlich für ein Kilogramm Produkt benötigt wird. Auch soll es darüber aufklären, bei welcher Lebensmittelart bei Verzicht am meisten Wasserressourcen gespart werden können.

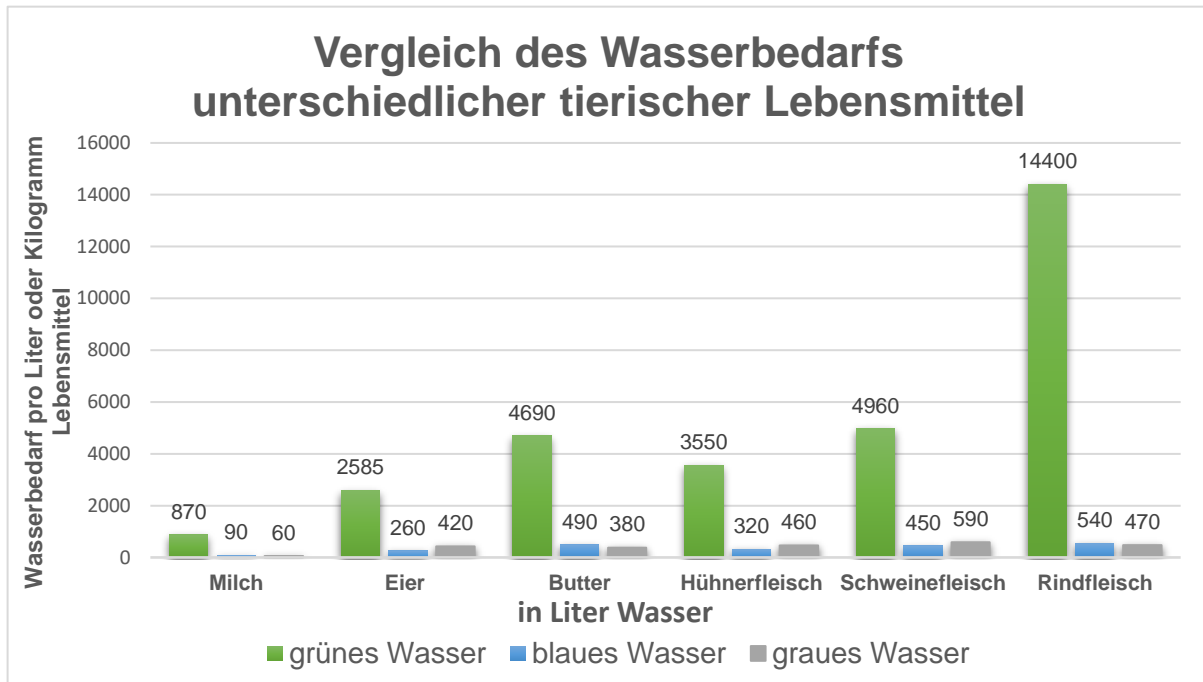


Abbildung 22: Vergleich des Wasserbedarfs unterschiedlicher tierischer Lebensmittel aus Anhang1_Ernährungsweisen_Metla / 2. SuPra - Wasserverbrauch

Abbildung 22 verdeutlicht, dass vor allem Rindfleisch einen außerordentlich hohen Bedarf an grünem und blauem Wasser pro kg Produkt hat. Schweinefleisch hat den größten grauen Wasserbedarf. Wichtig bei diesem Diagramm ist jedoch die Berücksichtigung der Referenzmenge. Ein Kilogramm Butter oder Eier werden in der Regel nicht so schnell verzehrt, wie ein Kilogramm Fleisch. Daraus resultiert, dass Fleischprodukte und andere tierische Produkte zwar auf dem ersten Blick ähnlich hohe Wassermengen benötigen, jedoch vor allem Fleisch in größeren Mengen verzehrt wird. Deshalb ist vor allem die Einschränkung des Verzehrs dieser Produkte besonders hilfreich, um Wasserressourcen einzusparen. Nichtsdestotrotz haben auch andere tierische Lebensmittel einen bedenklich hohen Wasserbedarf.

Nach dem Diagramm folgt eine Anwendung für die Benutzer*innen, um ihren eigenen Gesamtwaterbedarf von tierischen Lebensmitteln abzuschätzen. Dafür wird darauf verwiesen anzugeben, wie viel der eigene Haushalt pro Woche von Eiern, Milch, Rindfleisch etc. verzehrt. Daraufhin wird der Gesamtwaterbedarf aus der Zusammenführung von grünem, blauem und grauem Wasser für das kg Produkt, für die jeweilige angegebene Menge berechnet. Der individuelle Gesamtwaterverbrauch wird in Zahlen und als Diagramm ausgegeben. Zusätzlich wird im Diagramm ein Referenzwert in Form des Wasserbedarfs eines Kilogramms Kartoffeln dargestellt. Die Einbringung eines pflanzlichen Lebensmittels mit einem geringen Wasserverbrauch, soll verdeutlichen, wie hoch der Bedarf an Wasser der tierischen Produkte wirklich ist.

5.2.2.3 Suffizienzpraktik – zur Reduktion des landwirtschaftlichen Flächenbedarfs

Die letzte Suffizienzpraktik zum Thema Ernährungsweisen beschreibt die Einsparung von landwirtschaftlicher Fläche durch die Reduzierung des Verzehres von tierischen Produkten. Zuerst folgt ein kurzer Informationstext, der Auskunft darüber gibt, wie groß die derzeit genutzte landwirtschaftliche Fläche pro Person ist. Dieser Wert beträgt 2250 m² jährlich. Des Weiteren geht der Text darauf ein, was unter anderem die Ursachen für die Größe des Flächenbedarfs sind. Diese liegen vor allem in der Futtermittelproduktion der landwirtschaftlichen Nutztiere. Daraufhin folgt die Informationsgrafik, die bereits in Abbildung 10 dargestellt wurde. Diese veranschaulicht, dass fast zwei Drittel der durch Lebensmittelkonsum benötigten Agrarfläche pro Kopf für tierische Lebensmittel verwendet werden. Das soll die Benutzer*innen darauf aufmerksam machen, dass vor allem die Produktion von tierischen Produkten und deren Futtermittel für die Nutztiere viel Agrarfläche benötigt. Dies wird wiederum symbolisch, als Fläche in Quadratmetern und prozentual dargestellt.

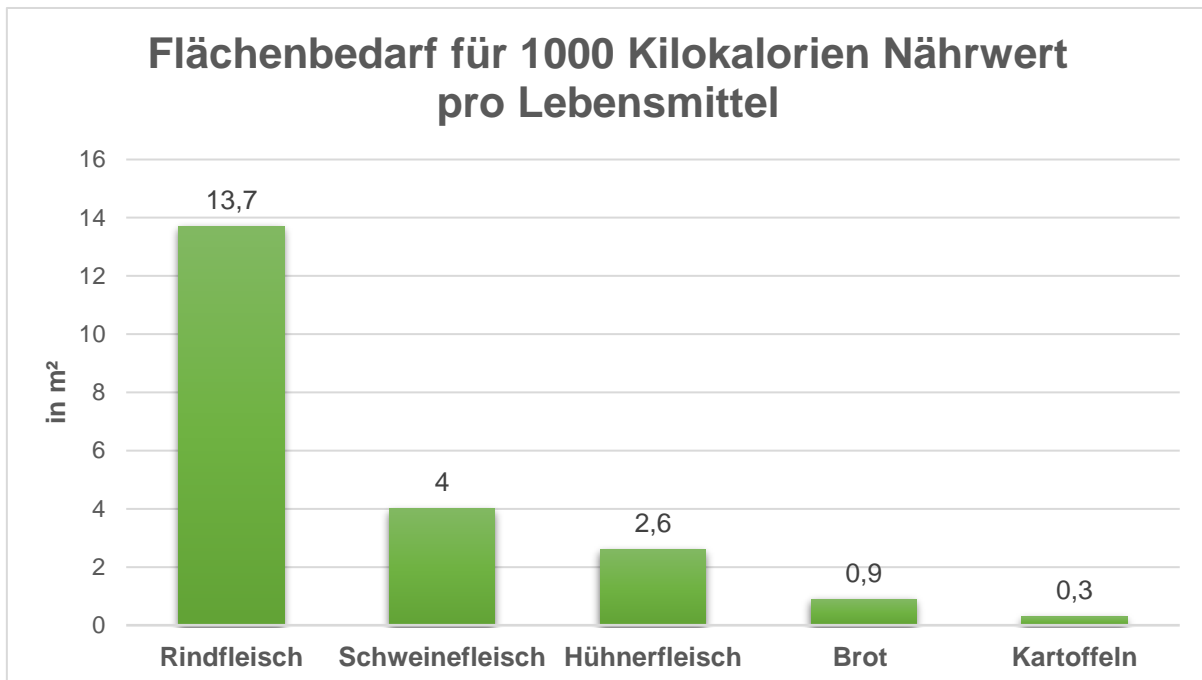


Abbildung 23: Flächenbedarf für 1000 Kilokalorien Nährwert pro Lebensmittel aus Anhang1_Ernährungsweisen_Metla / 3. SuPra - Flächenbedarf

Es folgt Abbildung 23 als Informationsdiagramm. Es gibt an, wie hoch der Flächenbedarf in m² verschiedenen tierischer und pflanzlicher Lebensmittel pro 1000 Kilokalorien Nährwert ist. Dieser Referenzwert ist sinnvoll, um auf eine ausreichend große Fläche zu Demonstrationszwecken zu kommen. Des Weiteren ist die Einnahme eines Nährwerts von 1000 Kilokalorien von jeweils einem Lebensmittel zwar nicht üblich aber dennoch nicht unrealistisch oder utopisch. Denn die Aufnahme der täglichen Kilokalorien unterscheidet sich von Person zu Person sehr stark. Dies liegt unter anderem am unterschiedlichen Tagesbedarf an Nährwerten und der Ernährungsweise - also wie viel von welchem Lebensmittel verzehrt wird. Grundsätzlich sagt die Abbildung aus, dass vor allem Fleischprodukte einen sehr hohen Flächenbedarf aufweisen. Dabei sticht Rindfleisch besonders hervor. Das liegt daran, dass diese besonders viel Anbaufläche für Futtermittel im Ausland einnehmen. Pflanzliche Produkte haben einen verhältnismäßig geringen Flächenfußabdruck. Der Grund dafür ist, dass sie Primärprodukte sind und direkt verwendet werden können.

5.3 Konsumfeld Ernährung – Lebensmittelverschwendung

Das zweite Teilgebiet innerhalb des Konsumfelds Ernährung ist das Themengebiet der Lebensmittelverschwendung. Es werden allgemeine Informationen über Lebensmittelabfälle dargestellt, was ihre Ursachen sind, wie dagegen vorgegangen werden kann und wie sich ökologische Wirkungen in diesem Bereich auswirken. Im Rahmen des Supra-Rechners entsteht ein Arbeitsblatt als Startseite, zur allgemeinen Einordnung ist das Themengebiet, und drei Suffizienzpraktiken.

5.3.1 Aufbau und Umsetzung der Startseite

Auf der Startseite des Supra-Rechners zum Themengebiet Lebensmittelverschwendung werden allgemeine Informationen darüber gegeben, wie hoch die persönlichen Lebensmittelabfälle sind und in welchen Lebensmittelkategorien diese vorkommen.

An erster Stelle wird eine Abfrage durchgeführt. Sie bittet die Benutzer*innen darum anzugeben, wie viele Personen es in ihrem Haushalt gibt. Daraus und aus der durchschnittlichen Menge von 300g verschwendeten Lebensmitteln pro Tag, wird die theoretische Menge an Lebensmittelabfällen pro Person, pro Tag und Jahr ausgegeben. Diese Mengen sollen die Anwendenden dafür sensibilisieren, wie hoch ihre Lebensmittelabfälle durchschnittlich sind, um darin ein Handlungspotenzial zu entdecken. Des Weiteren wird hinter den gebildeten Werten vermerkt, dass es sich bei den berechneten Daten, um die persönlichen Lebensmittelabfälle ohne den AHV (Außer-Haus-Verzehr) handelt. Da bedeutet die Werte betrachten nur die Abfälle, die individuell durch das Kauf-, Lager- und Zubereitungsverhalten beeinflussbar sind. Im AHV ist dies nur zum Teil und eher eingeschränkt möglich und würde für die persönliche Ermittlung der Lebensmittelabfälle auf der Startseite nicht zielführend sein.

Es folgt eine Darstellung, welche die durchschnittlichen Mengenanteile von Lebensmittelabfällen aufzeigt. Diese werden nach Lebensmittelkategorien sortiert.

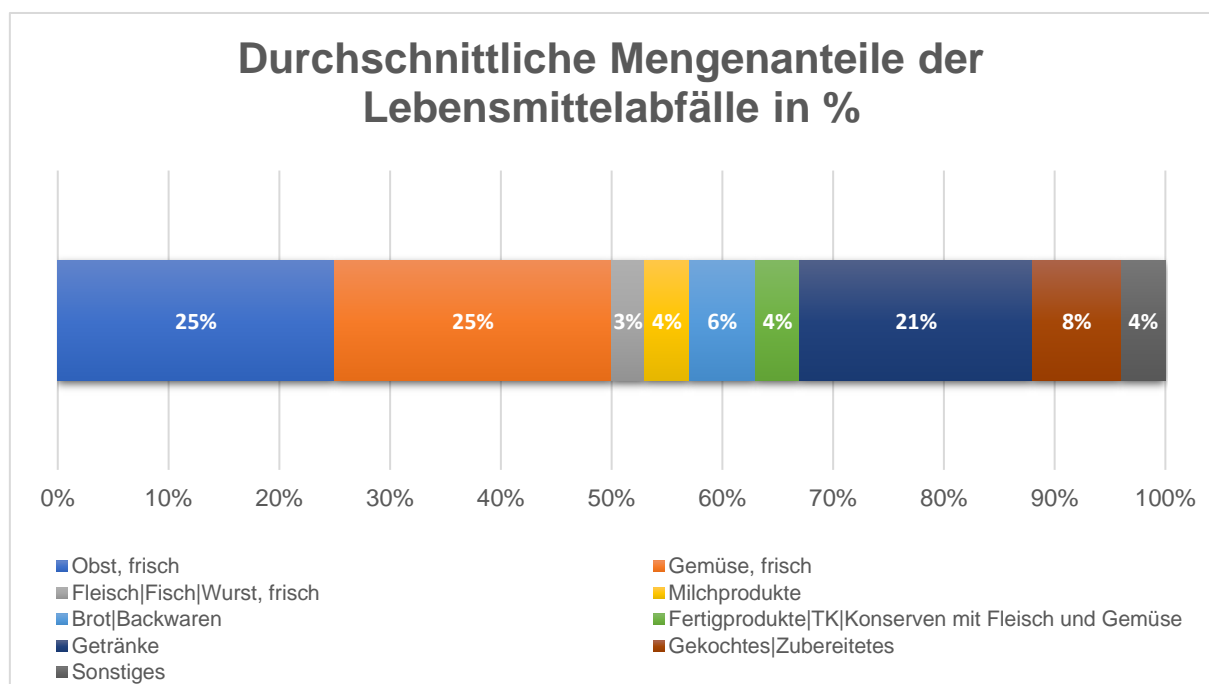


Abbildung 24: Durchschnittliche Mengenanteile der Lebensmittelabfälle aus Anhang2_Lebensmittelverschwendung_Metla / Übersicht Lebensmittelabfälle

Abbildung 24 soll die Benutzer*innen darüber aufklären, in welchen Bereichen die Lebensmittelabfälle am höchsten sind. Die Darstellung zeigt, dass Lebensmittelabfälle hauptsächlich in den Bereichen von frischem Obst und Gemüse, sowie Getränken entstehen. Das liegt vor allem daran, dass Obst und Gemüse schnell verderben oder Makel aufweisen, die abschreckend wirken. Getränke werden oft überschätzt abgefüllt und dann nicht vollständig verzehrt. Bei tierischen Produkten entstehen deutlich weniger Abfälle. Das könnte daran liegen, dass diese Lebensmittel bewusster verzehrt werden, da sie in der Regel höhere Preise als Obst und Gemüse und durchschnittlich weniger Makel ausweisen, die vom Verzehr abbringen könnten. Gekochte und Zubereitete Lebensmittel werden relativ häufig entsorgt. Das liegt an falschen Lagerungsmethoden oder dem sofortigen Entsorgen von Überproduzierten oder Resten. Auf der Startseite wird den Anwendenden außerdem vermittelt, dass 43,8% aller Lebensmittelabfälle vermeidbar sind. Es folgt die Berechnung der persönlichen, vermeidbaren Lebensmittelabfälle in kg pro Jahr auf Grundlage der zuvor bestimmten Gesamtmenge an verschwendeten Lebensmitteln. Ein weiteres Diagramm zur den durchschnittlichen Mengenanteile der vermeidbaren Lebensmittelabfälle von den Gesamtabfällen wird daraufhin abgebildet.

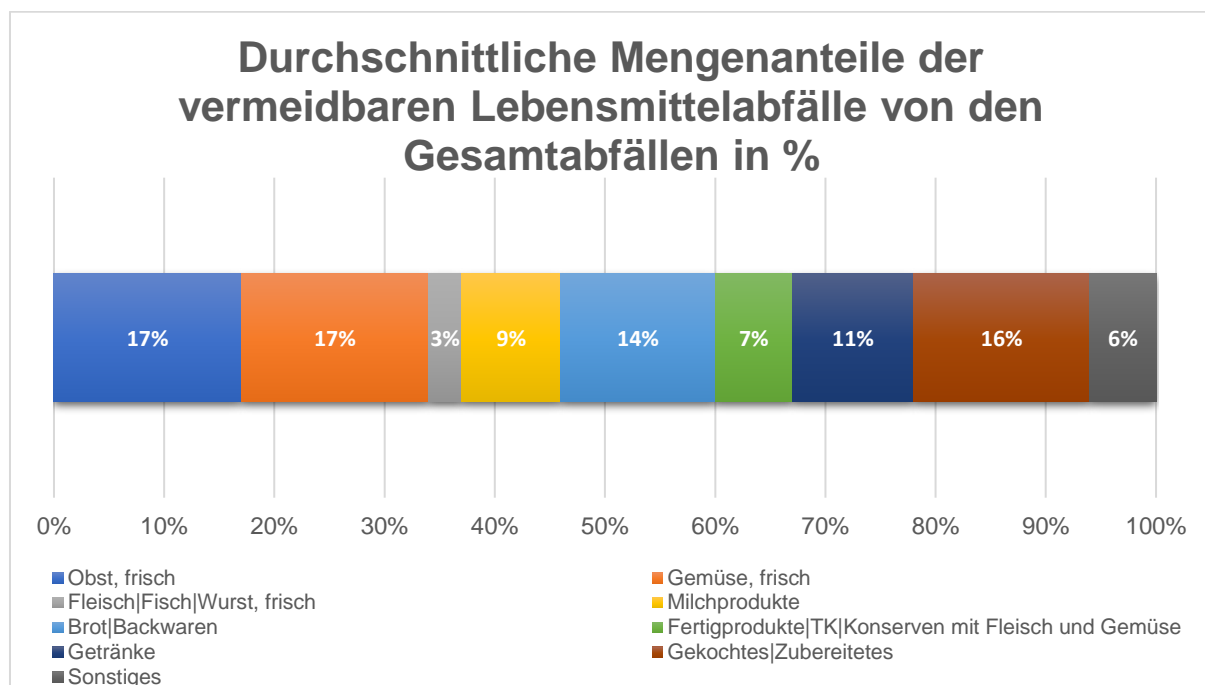


Abbildung 25: Durchschnittliche Mengenanteile der vermeidbaren Lebensmittelabfälle aus Anhang2_Lebensmittelverschwendung_Metla / Übersicht Lebensmittelabfälle

Abbildung 25 klärt die Benutzer*innen darüber auf, in welchen Lebensmittelkategorien die meisten Lebensmittelabfälle einsparbar sind. Die Anwendenden können daraufhin zusammen mit der Info der persönlichen Menge an Lebensmittelabfällen pro Jahr entscheiden, in welchen Bereichen sie die größten Einsparungen erzielen können.

Im Diagramm ist zu erkennen, dass vor allem in den Bereichen, in denen die meisten Abfälle entstehen, auch das größte Einsparpotenzial besteht. Diese Bereiche sind frisches Obst und Gemüse, Gekochtes/Zubereitetes oder Getränke. Aber auch in den Lebensmittelkategorien Brot/Backwaren oder Milchprodukte lassen sich große Einsparungen von Lebensmittelabfällen erzielen. Der Grund weshalb nicht alle Lebensmittelabfälle vermeidbar sind, ist dass es unvermeidbare Reste gibt. Diese bestehen beispielsweise aus Kernen, Strunk, Knochen oder Gräten.

5.3.2 Aufbau und Umsetzung der Suffizienzpraktiken

5.3.2.1 Suffizienzpraktik - Tipps gegen Lebensmittelverschwendung

Die erste Suffizienzpraktik zum Thema Lebensmittelverschwendung ruft dazu auf, den Anteil der vermeidbaren Lebensmittelabfälle zu verringern, indem bestimmte Tipps befolgt werden. Diese Suffizienzpraktik thematisiert keine direkte Umweltwirkung. Es ist nicht notwendig, die einzelnen ökologischen Wirkungen, wie sie innerhalb der Ernährungsweise erläutert werden, erneut detailliert zu beschreiben. Denn die Ernährungsweise ändert sich unter der Lebensmittelverschwendung einer einzelnen Person nicht. Die Aufklärung darüber, wie Lebensmittelabfälle im Alltag einsparbar sind und was die Gründe der Entsorgung sind, ist für die Anwender*innen jedoch essenziell. Denn durch das Verständnis, weshalb es überhaupt zu Lebensmittelabfällen kommt, kann zur Reduzierung dieser führen. Nach der Vorstellung der Suffizienzpraktik folgt als Einleitung ein kurzer Informationstext zum Thema Lebensmittelabfälle und die Benennung der Studie, welche im folgenden Verlauf als Datengrundlage dient. (46) Daraufhin folgt Abbildung 26 zur Darstellung der Mengenanteile der Wegwerf-Gründe von prinzipiell vermeidbaren Lebensmittelabfällen.

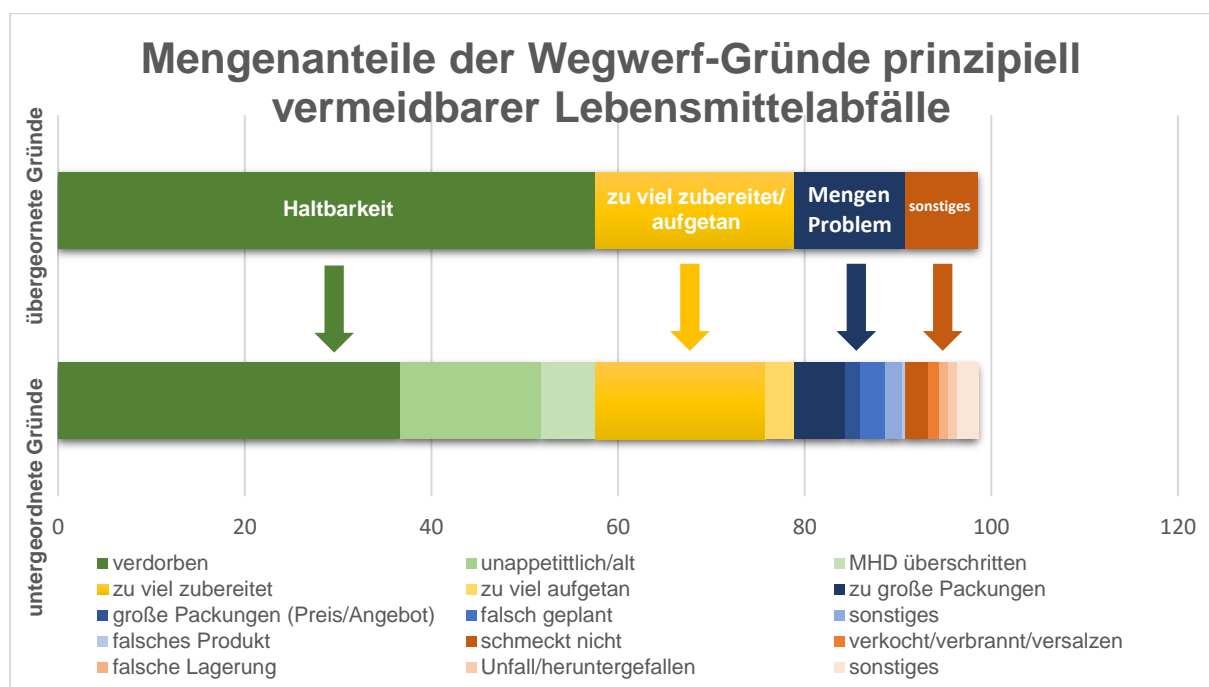


Abbildung 26: Mengenanteile der Wegwerf-Gründe prinzipiell vermeidbarer Lebensmittelabfälle aus Anhang2_Lebensmittelverschwendung_Metla / 1. SuPra – Tipps

Diese Abbildung soll den Anwendenden aufzeigen, aus welchen Gründen es zu Lebensmittelabfällen kommt. Des Weiteren kann dieses Diagramm den Benutzer*innen dabei helfen einzuschätzen, was dessen persönliche Beweggründe für Lebensmittelverschwendung sind. In Abbildung 26 ist zu erkennen, dass Haltbarkeitsgründe die häufigsten Ursachen für Lebensmittelabfälle sind. Davon machen wiederum vor allem verdorbene und unappetitliche/alte Lebensmittel den größten Anteil aus. Die zweithäufigsten Ursachen ergeben sich aus der Problematik, dass zu viel Essen zubereitet oder aufgetan wurde. Davon führt ersteres jedoch viel

häufiger zur Entsorgung von Nahrungsmitteln. Mengenprobleme und sonstige Ursachen ergeben sich vor allem aus zu großen Produktpackungen oder schlechtem Geschmack. Im weiteren Verlauf des Tools werden konkrete Tipps aufgelistet, um den zuvor beschriebenen Wegwerf-Gründen entgegenzuwirken und Lebensmittelabfälle zu vermeiden. Diese sollen den Benutzer*innen direkte Lösungswege vorschlagen. Zum Teil sind Verlinkungen gegeben, welche die direkte Umsetzung der Maßnahmen fördern sollen. Einige Tipps fordern beispielsweise dazu auf die Vorräte vor dem Einkauf zu prüfen oder sich einen Einkaufszettel zu schreiben. Die weiteren Tipps sind im Anhang2_Lebensmittelverschwendung_Metla dargestellt. Die Hintergrundinformationen sind im genannten Anhang unter "Stammdaten Suffizienzpraktiken" hinterlegt.

5.3.2.2 Suffizienzpraktik – Treibhausgasemissionen

Nicht nur die Gründe für die Lebensmittelentsorgung sind entscheidend für die Bewertung, sondern auch die Art der verschwendeten Lebensmittel. Aus diesem Grund klärt folgende Suffizienzpraktik darüber auf, dass primär die Verschwendung von tierischen Produkten vermieden werden sollte, da diese deutlich höhere Treibhausgasemissionen verzeichnen als pflanzliche Produkte. Nachdem die Suffizienzpraktik im Tool vorgestellt wurde und die Bedeutung der Vermeidung von tierischen Lebensmittelabfällen dargelegt worden ist, folgt Abbildung 27.

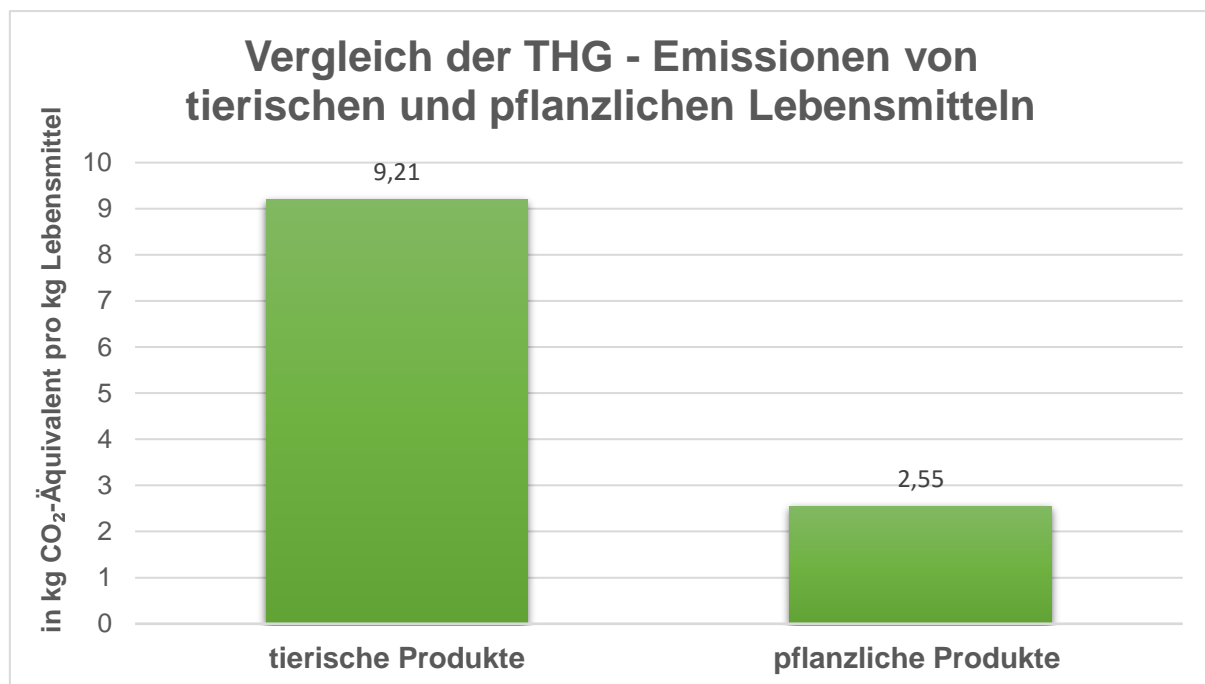


Abbildung 27: Vergleich der THG-Emissionen von tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln aus Anhang2_Lebensmittelverschwendung_Metla / 2. SuPra - THG

Abbildung 27 soll den Benutzer*innen vermitteln, dass der CO₂-Fußabdruck von tierischen Produkten ca. dreimal größer ist als der bei pflanzlichen Lebensmitteln. Die Entsorgung von tierischen, aber auch pflanzlichen Lebensmitteln ist daher doppelt problematisch. Die Emissionen entlang der Wertschöpfungskette entstehen somit völlig grundlos, da keine Nutzung der Produkte für den vorgesehenen Zweck stattfindet. Um diese Auswirkungen zu verdeutlichen, folgt eine Anwendung. Diese fordert die Benutzer*innen auf anzugeben, wie oft pro Woche sie

Fleisch oder tierische Produkte verspeisen. Dabei wird von einer Portionsmenge von 200 g ausgegangen.

Das Stiftsymbol verdeutlicht hierbei, dass die Felder editierbar sind. Aus der individuellen Angabe werden anschließend die Treibhausgasemissionen in kg CO₂ Äq. ausgegeben, die durch Lebensmittelverluste von tierischen Produkten entstehen. Berechnet wird dieser Wert mithilfe der Multiplikation aus dem individuellen Faktor der Abfrage, der Portionsgröße, der THG-Emissionen von tierischen Produkten in kg CO₂ Äq. von 9,21 und der durchschnittlichen Wochenanzahl pro Jahr mit 52,14. Dabei wird eine Farbunterscheidung bei den Emissionen angewandt. Im Vorfeld wird die Hintergrundfarbe in neutralen Farben gehalten. Um die besonders kritisch anzusehenden Emissionen der Lebensmittelverschwendung zu kennzeichnen, werden diese durch die Signalfarbe gelb hervorgehoben.

5.3.2.3 Suffizienzpraktik – Inner-Haus-Verzehr und Außer-Haus-Verzehr

Die letzte Suffizienzpraktik im Bereich der Lebensmittelverschwendung behandelt die verstärkten negativen Umweltauswirkungen durch den Außer-Haus-Verzehr. Die Praktik fordert daher die Benutzer*innen dazu auf, den Inner-Haus-Verzehr dem Außer-Haus-Verzehr zu bevorzugen.

Es folgt ein kurzer Informationstext darüber, dass zum AHV Restaurants, Cafés oder Kantinen gehören. Des Weiteren wird erklärt, dass beim AHV 34 % der gesamten Lebensmittel entsorgt werden und beim IHV hingegen nur 17 %. Anschließend werden die Gründe für die vermehrte Entsorgung von Lebensmitteln im AHV dargelegt. Diese Ursachen sind unter anderem Überproduktion, Tellerreste, Buffetreste oder fehlendes Hygienewissen. Die untere Abbildung zeigt, wie sich die Umweltbelastungen durch Lebensmittelverluste im IHV und AHV unterscheiden.

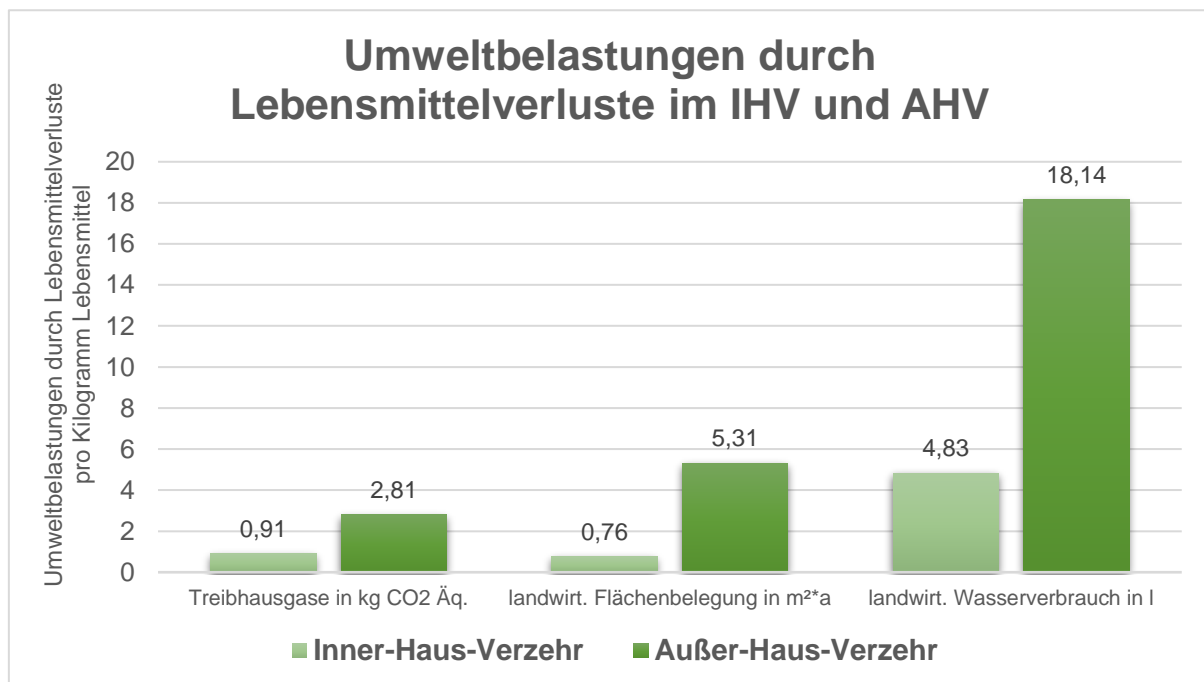


Abbildung 28: Umweltbelastungen durch Lebensmittelverluste im IHV und AHV pro kg Lebensmittel aus Anhang2_Lebensmittelverschwendung_Metla / 3. SuPra Verzehrorte

Abbildung 28 soll zudem die Benutzer*innen darüber aufklären, dass die ökologischen Wirkungen im Außer-Haus-Verzehr deutlich höher sind als im Inner-Haus-Verzehr. Zu erkennen ist, dass die Treibhausgasemissionen im AHV fast doppelt so hoch sind wie im IHV. Die landwirtschaftliche Flächenbelegung ist um das Siebenfache größer als die belegte Fläche des IHV. Der landwirtschaftliche Wasserverbrauch des AHV ist ca. viermal höher als beim IHV. Ursachen dafür sind, dass im AHV für eine Vielzahl von Personen gekocht wird. Es müssen größere Mengen eingekauft werden und Abschätzungen zur Anzahl der Besucher*innen pro Zeitraum sind durchzuführen. Es kommt zu mehr Lebensmittelabfällen durch höhere Verlustraten beim Einkauf. Denn bei großen eingekauften Mengen besteht eine höhere Wahrscheinlichkeit für verdorbene oder beschädigte Produkte, innerhalb der gekauften Produktmenge. Die Beschädigung erfolgt meist beim Transport oder weiteren Prozessen. Des Weiteren werden oft zu große Mengen eingekauft, da es zu Fehlabschätzungen des Gästeaufkommens kommt. Bei zusätzlicher falscher Lagerung oder unzureichenden Lagerkapazitäten verderben ebenfalls viele Lebensmittel. Außerdem werden im AHV höhere Ansprüche an Qualität und Optik der Lebensmittel gestellt. Deshalb kommt es ebenso zu höheren Verlusten, da Lebensmittel entsorgt werden, die diesen Ansprüchen nicht gerecht werden. Auch Lebensmittelabfälle durch übrigbleibende Reste kommen häufiger im AHV vor. Das liegt daran, dass es schneller zu Situationen kommt, in denen das Essen nicht den Geschmack trifft. Ein weiterer Grund für Tellerreste ist, dass zu viel aufgetan wurde, da die Gäste sich das Essen in der Regel nicht selbst portionieren können. Doch auch Reste von Buffetessen stellen einen wichtigen Faktor dar. All diese Gründe tragen dazu bei, dass Lebensmittel im AHV vielfach und schneller entsorgt werden. Daraus resultieren die höheren Umweltwirkungen. Wenn es zu mehr Abfällen kommt, wurden für diese Lebensmittel auch mehr ökologische Wirkungen freigesetzt. Dies schlägt sich auf die Bilanz aus Abbildung 28 nieder.

Nachdem die Benutzer*innen allgemeine Informationen zum Thema IHV und AHV erhalten haben, folgt ein weiteres Diagramm zur Aufklärung. Dieses gibt an, wie viel der Umweltwirkungen eingespart werden können, wenn die Benutzer*innen einmalig den IHV dem AHV bevorzugen. Die Werte entsprechen bei den Treibhausgasemissionen 1,0 kg CO₂ Äq., bei der landwirtschaftlichen Flächenbelegung 2,3 m² pro Jahr und bei dem landwirtschaftlichen Wasserverbrauch 6,7 Liter. Zur Bestimmung der Daten, wird die Differenz der einzelnen Umweltwirkungen zwischen IHV und AHV gebildet. Des Weiteren wird von einer durchschnittlichen Mahlzeitengröße von 500 g ausgegangen. Da die zu vorigen Werte auf ein Kilogramm Referenzmenge ausgelegt werden, werden diese anschließend mit 0,5 multipliziert. Die Berechnungen dazu finden sich im Anhang2_Lebensmittelverschwendung_Metla unter "Stammdaten Suffizienzpraktiken". Daraufhin folgt eine Anwendung für die Benutzer*innen, bei der sie darum gebeten werden anzugeben, wie oft sie bereit wären, pro Monat den IHV durch den AHV für eine Mahlzeit zu ersetzen. Nachdem die Angabe durchgeführt wurde, werden die Einsparungen für die ökologischen Wirkungen dargestellt. Für die Berechnung dieser Werte wird der zuvor individuell festgelegte Faktor mit der jährlichen Monatsanzahl von 12 mit den Einsparungen pro Mahlzeit beim Umstieg von AHV auf IHV multipliziert. Das Ergebnis soll die Anwendenden einschätzen lassen, wie häufig sie auf den AHV verzichten könnten. Dabei geht es jedoch nicht darum, den Verzehr außer Haus so stark wie möglich einzugrenzen. Wichtiger ist der bewusste Umgang mit dem Wissen, dass der AHV deutlich stärkere Wirkungen auf die Umwelt nach sich zieht. Die eigenen Grenzen müssen die Benutzer*innen selbst definieren.

die Benutzer*innen im Detail nachvollziehbar, welches Verkehrsmittel die meisten Treibhausgasemissionen emittiert und wie stark diese im Verhältnis zur zurückgelegten Strecke ausfallen. Die Werte werden berechnet, indem die zurückgelegten Strecken mit den CO₂-Faktoren der jeweiligen Verkehrsmittel multipliziert werden. Die Berechnungen dazu sind im Anhang3_Mobilität_Metla unter "Stammdaten Mobilität" zu finden. Anschließend wird die jeweilige Reisedauer für jedes Verkehrsmittel angezeigt, die aus der zuvor erfolgten Datenabfrage berechnet wird. Um diese Werte zu ermitteln, werden die Strecken in km durch die dazugehörigen Geschwindigkeiten in km/h geteilt. Daraus entsteht eine Zeitangabe in h. Diese Faktoren sind ebenfalls mit denen der erzeugten Treibhausgasemissionen und der zurückgelegten Strecke vergleichbar. Anschließend wird darum gebeten, die Datenabfrage ein zweites Mal zu wiederholen. Es entstehen zwei Datenausgabefelder direkt nebeneinander. Damit können Benutzer*innen die zurückgelegten Strecken mit den CO₂-Emissionen und der Reisedauer der ersten Abfrage direkt vergleichen. Es können schrittweise Anpassungen bei der zweiten Datenabfrage vorgenommen werden, um den Verkehrsweg beispielsweise umweltfreundlicher und dabei gleichzeitig schneller zu gestalten. Anschließend werden die Daten zu den Treibhausgasemissionen und der Reisedauer beider Abfragen in Diagrammen dargestellt. Diese dienen zur besseren Vergleichbarkeit der Daten aus der ersten und zweiten Abfrage sowie untereinander.

5.4.2 Aufbau und Umsetzung der Suffizienzpraktiken

5.4.2.1 Suffizienzpraktik – Treibhausgasemissionen und Luftschadstoffe

Diese Suffizienzpraktik geht auf die Klimawirkungen der verschiedenen Verkehrsmittel ein. Sie soll den Benutzer*innen vermitteln, welche Verkehrsmittelart wie viele und wie hohe Emissionen und Luftschadstoffe ausstößt. Die Suffizienzpraktik ruft dazu auf, darauf zu achten, welche Verkehrsart in Hinblick der Klimawirkungen bevorzugt werden sollte.

Auf der Benutzeroberfläche folgt ein kurzer Informationstext zur Thematik. Dieser beschreibt, dass sich die Umweltwirkungen grundsätzlich erhöhen, je länger die zurückgelegte Strecke ist. Des Weiteren wird erklärt, welche Emissionen und Luftschadstoffe durch Verkehrsmittel am häufigsten emittiert werden. Ebenso wird durch die Abbildung vermittelt, dass die Aussagekraft der einzelnen Klimawirkungen am besten durch die spezifischen Emissionen pro Person und zurückgelegter Strecke ausgedrückt werden kann. Es folgt ein Diagramm, welches die zuvor benannten Emissionen anschaulich darstellt. Treibhausgasemissionen, Stickoxide (NO_x) und Partikelemissionen (PM₁₀) werden dabei genauer betrachtet. Abbildung 30 zeigt dieses Diagramm und veranschaulicht die unterschiedlich hohen Emissionen jedes einzelnen Verkehrsmittels. In Abbildung 30 wird deutlich, dass vor allem der Flugverkehr und der Verkehr mit Pkws und Zügen, die höchsten Emissionswerte aufweisen. Der Fuß- und Fahrradverkehr stoßen am wenigstens Treibhausgasemissionen und Luftschadstoffe aus. Der Grund, weshalb es beim Fahrradverkehr überhaupt zu Emissionen kommt ist, dass während der Herstellungsprozesse des Verkehrsmittels Energie benötigt wird, der aus fossilen Energieträgern stammt. Eine weitere Ursache, ist dass für die Transportwege des Gestells und anderen Bauteilen über den gesamten Lebenszyklus Emissionen freiwerden, da die Transportfahrzeuge mit fossilen Kraftstoffen betrieben werden.

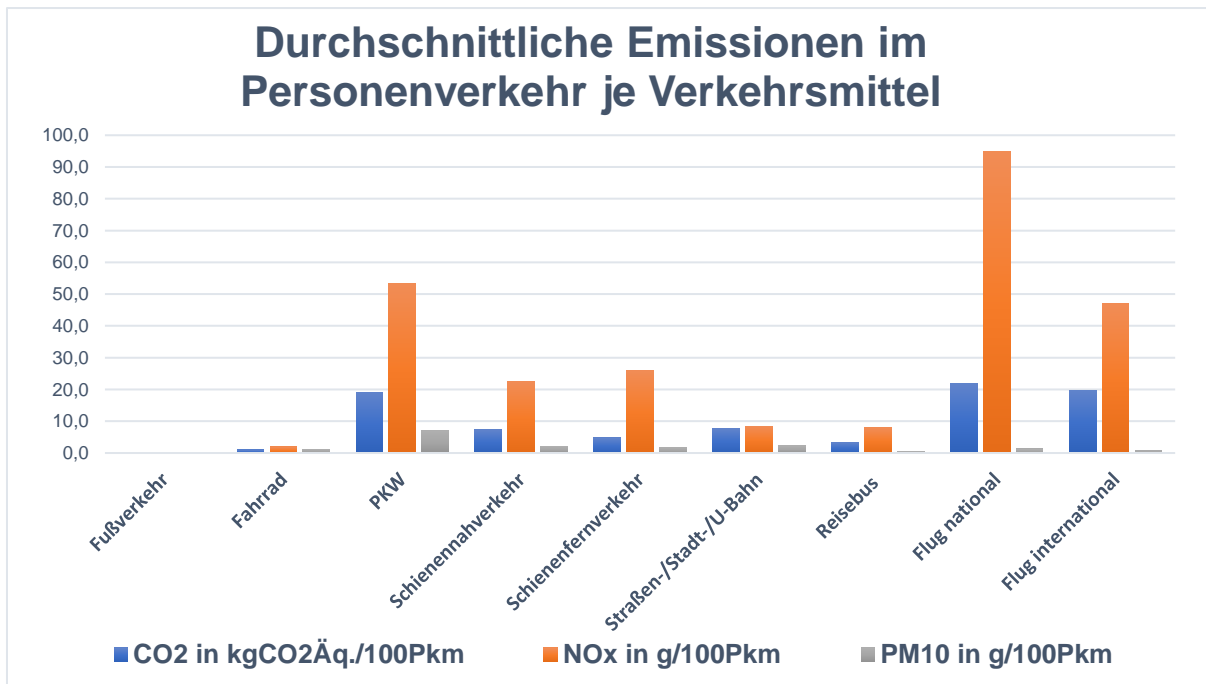


Abbildung 30: Durchschnittliche Emissionen im Personenverkehr aus Anhang3_Mobilität_Metla/1. SuPra - Emissionen

Aus der Abbildung wird ebenfalls deutlich, dass der Flugverkehr die höchsten Emissionen verzeichnet. Stickoxidemissionen werden bei dieser Verkehrsart am meisten emittiert. Doch auch beim Pkw- und Schienenverkehr entstehen viele Stickoxid-Emissionen. THG-Emissionen entstehen beim Pkw und beim Flugverkehr gleichermaßen. Partikelemissionen sind hauptsächlich beim Pkw vorhanden. Bei den motorisierten Verkehrsmitteln haben Reisebus und ÖPNV Verkehr die geringsten Gesamtemissionen. Zur Darstellung der Emissionsdaten werden die Emissionswerte für THG, Stickoxide und PM₁₀ auf eine Bezugsgröße normiert. Als Normierungsgröße werden 100 Personenkilometer verwendet. Diese einheitliche Bezugsgröße ist notwendig, um eine Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Daten herzustellen.

Unter dem Diagramm befinden sich individuelle Daten zum Ausstoß der persönlichen Emissionen mit Bezug zur Datenabfrage auf der Startseite. Das bedeutet, bei Anpassung der ersten Datenabfrage ändern sich auch die dazugehörigen und theoretisch ausgestoßenen Emissionen. Zur besseren Größeneinordnung der Zahlenwerte stehen hinter den Emissionswerten passende Beispiele zum Größenvergleich. Diese sind beispielsweise für die THG-Emissionen, der Vergleich mit der jährlichen Aufnahmefähigkeit an CO₂ einer Buche. Für die Stickoxide und Partikelemissionen werden die jährlichen Grenzwerte in µg/m³ als Größenvergleich verwendet. Letztere sind in ihrer direkten Aussagefähigkeit eingeschränkt, da sich die ausgestoßenen Luftschadstoffe in der Luft verteilen. Allerdings sollen diese Werte nur als Größenverhältnis dienen. Für die Berechnung der persönlichen Emissionswerte werden die durchschnittlichen Emissionsdaten mit den Werten zur zurückgelegten Strecke auf der Startseite multipliziert und durch 100 dividiert, damit die Werte sich auf einen Personenkilometer beziehen und überhaupt mit den Daten zur zurückgelegten Strecke verrechnet werden können. Für die Bestimmung der Emissionen eines Pkws wird eine gesonderte Methodik angewandt. Anzumerken ist dabei, dass bei den persönlichen Emissionsdaten keine Pkws mit Elektroantrieb berücksichtigt werden, da derzeit keine verlässliche Datengrundlage desselben Autors für die durchschnittlichen Emissionen vorhanden ist. Dies wird mit einem Sternchen oberhalb der individuellen Emissionswerte gekennzeichnet.

6. Fazit und Ausblick

Mithilfe unterschiedlicher Methodiken wurden Daten aus den verschiedensten Quellen extrahiert und auf ihre Kernaussagen komprimiert. Damit war es möglich qualitative Aussagen über die Konsumfelder Ernährung und Mobilität, sowie deren ökologischen Wirkungen, zu treffen. Die Untersuchungen des Konsumfelds Ernährung haben gezeigt, dass der ökologische Landbau, die Saisonalität von Lebensmitteln und kurze Transportwege aus nahgelegenen Regionen, die geringsten ökologischen Wirkungen herbeiführen. Konventioneller Landbau oder Lebensmittel, die aus weit entfernten Regionen importiert werden, haben hingegen die stärksten Wirkungen auf Umwelt und Klima. Ebenso kam es zu der Erkenntnis, dass hauptsächlich der Konsum von Fleisch und tierischen Produkten die höchsten ökologischen Wirkungen nach sich ziehen. Doch auch die Vermeidung von Lebensmittelabfällen, mithilfe von Vermeidungsstrategien und -Maßnahmen oder den zu bevorzugenden Verzehr von Speisen inner Haus anstatt außer Haus, sind wichtige Resultate der Arbeit. Die Ergebnisse der Untersuchungen zum Konsumfeld Mobilität haben wiederum gezeigt, dass vor allem der Flugverkehr und Verkehr mit Pkw und Motorrad, auf Basis konventioneller Antriebe, für die höchsten Umweltwirkungen sorgen. Der Fahrrad- und Fußverkehr sorgen für die geringsten THG-Emissionen und Luftschadstoffe und sollten daher primär bevorzugt werden. Für längere Reisedrecken eignen sich geteilte Verkehrsmittel, wie Bus und Bahn. Da sich bei diesen die erzeugten Emissionen pro Kopf aufteilen. Das übergeordnete Ziel des Rechners, ist die Vermittlung dieser Informationen an die Benutzer*innen. Um über diese Informationen aufzuklären, wurde auf eine benutzerfreundliche und veranschaulichende Darstellung geachtet.

Allerdings weisen die Ergebnisse auch Schwachstellen auf, da bei der Untersuchung der Inhalte Grenzen der Methodik festgestellt wurden. Zum einen ist die Datenerhebung durch Literaturrecherchen teilweise lückenhaft. Die Hintergrundinformationen, die für die eigenen Inhalte benötigt werden, werden von den Autor*innen nicht immer fokussiert betrachtet. Deshalb kommt es an einigen Stellen zu fehlenden Informationen. Zwar können diese aus anderen Quellen entnommen werden - jedoch ist die Verbindung unterschiedlicher Datengrundlagen nicht immer wissenschaftlich umsetzbar. Denn verschiedene Quellen verwenden teils Aussagen, die nicht miteinander kombinierbar sind, da die Daten zu unterschiedlichen Randbedingungen erhoben wurden. Der Lösungsansatz für eine weitere Optimierungsphase des Rechners, ist die Bereitstellung einer einheitlichen Datengrundlage. Weiteren Ausbaubedarf der Ergebnisse gibt es dadurch, dass der Aufbau und die Visualisierung des Rechners professionell nicht überprüft ist. Das bedeutet, dass es zu Verständnisproblemen der Benutzer*innen kommen kann, da bestimmte Inhalte kompliziert angeordnet sind oder nicht verstanden werden, da Vorkenntnisse fehlen. Die Überprüfung der Inhalte und Anordnung dieser, durch Psycholog*innen und anderem Fachpersonal ist für die Weiterentwicklung des SuPra-Rechners ein entscheidender Faktor.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der SuPra-Rechner in Form der ersten Aufbauphase ein Tool ist, welches gezielt die ökologischen Wirkungen verschiedener Konsumfelder betrachtet. Für erste Anwendungszwecke ist der Rechner vollständig ausgebaut. Es bedarf jedoch an weiteren Optimierungsverfahren und dem Ausbau der restlichen Konsumfelder Bauen/Wohnen und sonstiger Konsum. Diese Meilensteine werden im fortlaufenden Prozess vom ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung übernommen, sodass das Tool bis hin zur digitalen Anwendung weiterentwickelt wird.

Literaturverzeichnis

1. **Umweltbundesamt.** Umweltbundesamt - Konsum und Umwelt: Zentrale Handlungsfelder. [Online] 24. 02 2020. [Zitat vom: 06. 07 2021.] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaftskonsum/konsum-umwelt-zentrale-handlungsfelder#bedarfsfelder>.
2. **ifeu.** ifeu - SupraStadt. [Online] [Zitat vom: 06. 07 2021.] <https://www.ifeu.de/projekt/suprastadt/>.
3. **Dr. Guido Reinhardt, Dipl.-Phys. Ing. Sven Gärtner, M. Sc. Tobias Wagner.** ifeu - Ökologischer Fußabdruck von Lebensmitteln und Gerichten in Deutschland. [Online] 2020. [Zitat vom: 09. 03 2021.] <https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Reinhardt-Gaertner-Wagner-2020-Oekologische-Fu%C3%9Fabdrucke-von-Lebensmitteln-und-Gerichten-in-Deutschland-ifeu-2020.pdf>.
4. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.** BMU-Mein Essen, die Umwelt und das Klima. [Online] 08. 06 2020. [Zitat vom: 17. 03 2021.] <https://www.bmu.de/jugend/wissen/details/mein-essen-die-umwelt-und-das-klima>.
5. **WWF - World Wide Fund For Nature.** WWF - Der Appetit auf Fleisch und seine Folgen. [Online] 08. 05 2015. [Zitat vom: 05. 04 2021.] <https://www.wwf.de/themen-projekte/landwirtschaft/ernaehrungskonsum/fleisch/der-appetit-auf-fleisch-und-seine-folgen>.
6. **e.V., DGE - deutsche Gesellschaft für Ernährung.** Vollwertig essen und trinken nach den 10 Regeln der DGE. [Online] 01. 01 2017. [Zitat vom: 06. 04 2021.] <https://www.dge.de/ernaehrungspraxis/vollwertige-ernaehrung/10-regeln-der-dge/>.
7. **NDR - Norddeutsche Rundfunk.** NRD - Wie ungesund ist Fleisch? [Online] 18. 10 2019. [Zitat vom: 05. 04 2021.] <https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Wie-ungesund-ist-Fleisch,fleisch564.html>.
8. **BLE - Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.** statista - Fleischverbrauch in Deutschland pro Kopf in den Jahren 1991 bis 2020. [Online] 01. 01 2021. [Zitat vom: 06. 04 2021.] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36573/umfrage/pro-kopf-verbrauch-von-fleisch-in-deutschland-seit-2000/>.
9. **Ipsos.** Ipsos - Jeder Dritte versucht bewusst auf Fleisch zu verzichten. [Online] 09. 02 2018. [Zitat vom: 05. 04 2021.] <https://www.ipsos.com/de-de/jeder-dritte-versucht-bewusst-auf-fleisch-zu-verzichten>.
10. **Janson, Matthias.** statista - Rund 8 Millionen Deutsche essen kein Fleisch. [Online] 25. 01 2021. [Zitat vom: 06. 04 2021.] <https://de.statista.com/infografik/24000/anzahl-der-vegetarier-und-veganer-in-deutschland/>.
11. **Veggieworld.** Zahlen und Fakten zum veganen Trend in Deutschland. [Online] [Zitat vom: 07. 04 2021.] <https://veggieworld.eco/zahlen-fakten-vegan-trend-deutschland/>.
12. **Gert B.M. Mensink, Clarissa Lage Barbosa, Anna-Kristin Brettschneider.** RKI - Verbreitung der vegetarischen Ernährungsweise in Deutschland. [Online] 01. 01 2016. [Zitat vom: 07. 04 2021.] https://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloads/Focus/JoHM_2016_02_ernaehrung1a.pdf?__blob=publicationFile.

13. **statista**. statista - Aus welchen Gründen ernähren Sie sich vegetarisch? [Online] 01. 10 2020. [Zitat vom: 17. 09 2021.] <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1192330/umfrage/befragung-gruende-vegetarische-ernaehrung/>.
14. **Umweltbundesamt - Dirk Jepsen & Dr. Annette Vollmer, Dr. Ulrike Eberle, Jacob Fels, Prof. Dr. Thomas Schomerus**. Entwicklung von Instrumenten zur Vermeidung von Lebensmittelabfällen. [Online] 01. 12 2016. [Zitat vom: 07. 04 2021.] https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/2016-12-14_vermeidung-lebens_mittelabfalle_dt_lang_fin.pdf.
15. **Bundesministerium für Energie und Landwirtschaft**. Landwirtschaft und Klimaschutz. [Online] 15. 03 2021. [Zitat vom: 17. 09 2021.] <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/klimaschutz/landwirtschaft-und-klimaschutz.html>.
16. **ifeu - Guido Reinhardt, Sven Gärtner, Tobias Wagner**. Ökologische Fußabdrücke von Lebensmitteln und Gerichten in Deutschland. [Online] 01. 01 2020. [Zitat vom: 15. 03 2021.] <https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Reinhardt-Gaertner-Wagner-2020-Oekologische-Fu%C3%9Fabdruecke-von-Lebensmitteln-und-Gerichten-in-Deutschland-ifeu-2020.pdf>.
17. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit**. Umwelt im Unterricht. *Die Bedeutung von Mooren für den Klimaschutz und als Lebensraum*. [Online] 16. 01 2020. [Zitat vom: 17. 09 2021.] <https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/die-bedeutung-von-mooren-fuer-den-klimaschutz-und-als-lebensraum/#:~:text=Wenn%20die%20Moorb%C3%B6den%20entw%C3%A4ssert%20werden%2C%20wird%20das%20Moor,werden%2C%20etwa%2044%20Millionen%20Tonnen%20CO%202%20->
18. **NKI - Nationale Klimaschutz Initiative** . Deutscher Moorschutzdialog. [Online] 01. 01 2016. [Zitat vom: 17. 09 2021.] <https://www.klimaschutz.de/projekte/deutscher-moorschutzdialog>.
19. **Jörn Sanders, Jürgen Heß**. Thünen Report 65. *Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft*. [Online] 01. 09 2019. [Zitat vom: 17. 9 2021.] https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_65.pdf.
20. **nachhaltig-sein**. Saisonale und regionale Produkte: klimaschonend und gesünder. [Online] 01. 01 2015. [Zitat vom: 17. 09 2021.] <https://nachhaltig-sein.info/ernaehrung/saisonale-und-regionale-produkte-fur-co2-und-gesundheit>.
21. **Mein Klimaschutz**. Mein Klimaschutz - Was sind regionale Lebensmittel? Die besten Tipps. [Online] [Zitat vom: 17. 09 2021.] <https://www.mein-klimaschutz.de/beim-einkauf/a/essen/was-sind-regionale-lebensmittel/>.
22. **newsroom.kunststoffverpackungen**. Studie bestätigt: Lebensmittelschutz ist Klimaschutz. [Online] 04. 12 2020. [Zitat vom: 01. 09 2021.] <https://newsroom.kunststoffverpackungen.de/2020/12/04/studie-lebensmittelschutz-ist-klimaschutz/#>.
23. **Mehrweg-mach-mit**. Getränkeverpackungen-Dosen. [Online] [Zitat vom: 01. 09 2021.] <https://www.mehrweg-mach-mit.de/getraenkeverpackungen/dosen/>.

24. **Wagener, Laura.** co2-online. *Welche Verpackung ist umweltfreundlicher? Der große Verpackungsvergleich.* [Online] [Zitat vom: 01. 09 2021.] <https://www.co2online.de/klimaschuetzen/nachhaltiger-konsum/vergleich-umweltfreundliche-verpackungen/#c71924>.
25. **Weißbach, Anne.** CO2online. *Wasserverbrauch im 1-Personen-Haushalt.* [Online] [Zitat vom: 03. 05 2021.] <https://www.co2online.de/energie-sparen/heizenergiesparen/warmwasser/wasserverbrauch-singlehaushalt/>.
26. **Jorzik, Oliver.** ESKP. *Virtueller Wasserverbrauch.* [Online] 01. 03 2019. [Zitat vom: 19. 08 2021.] <https://www.eskp.de/grundlagen/klimawandel/virtueller-wasserverbrauch-9351029/>.
27. **Warenvergleich.de.** Warenvergleich.de. *Bis zu 27.000 Liter Wasser pro Kilo: Diese Lebensmittel verbrauchen am meisten Wasser in der Herstellung!* [Online] [Zitat vom: 08. 08 2021.] <https://www.warenvergleich.de/bis-zu-27-000-liter-wasser-pro-kilo-diese-lebensmittel-verbrauchen-am-meisten-wasser-in-der-herstellung/>.
28. **Albert-Schweitzer-Stiftung.** Das steckt hinter einem Kilogramm Rindfleisch. [Online] 10. 02 2017. [Zitat vom: 07. 05 2021.] <https://albert-schweitzer-stiftung.de/aktuell/1-kg-rindfleisch>.
29. —. Wasserverbrauch der Ernährung. [Online] [Zitat vom: 10. 06 2021.] <https://albert-schweitzer-stiftung.de/themen/umwelt/wasserverbrauch-ernaehrung>.
30. **Ceylan, Aleya.** neven subotic Stiftung. *Virtuelles Wasser: So durstig sind unsere Produkte.* [Online] 10. 08 2020. [Zitat vom: 09. 05 2021.] <https://nevensuboticstiftung.de/blogs/virtuelles-wasser-so-durstig-sind-unsere-produkte>.
31. **Norbert Jungmichel, Dr. Moritz Nill, Kordula Wick.** Umweltbundesamt. *Von der Welt auf den Teller.* [Online] 01. 10 2020. [Zitat vom: 01. 05 2021.] https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/uba_210121_kurzstudie_nahrung_barr.pdf.
32. **WWF.** Der Appetit auf Fleisch und seine Folgen. [Online] 08. 05 2015. [Zitat vom: 01. 05 2021.] <https://www.wwf.de/themen-projekte/landwirtschaft/ernaehrung-konsum/fleisch/der-appetit-auf-fleisch-und-seine-folgen>.
33. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.** Umwelt im Unterricht. *Globale Bevölkerungsentwicklung, Nahrungsmittelproduktion und Umweltfolgen.* [Online] 4. 01 2016. [Zitat vom: 15. 05 2021.] <https://www.umwelt-im-unterricht.de/hintergrund/globale-bevoelkerungsentwicklung-nahrungsmittelproduktion-und-umweltfolgen/>.
34. **Haller, Lara.** Welthungerhilfe. *Lebensmittelverschwendung | Ursachen & Fakten.* [Online] [Zitat vom: 20. 05 2021.] <https://www.welthungerhilfe.de/lebensmittelverschwendung/>.
35. **SIRPLUS.** Lebensmittelverschwendung in Deutschland und weltweit. [Online] [Zitat vom: 02. 09 2021.] <https://sirplus.de/pages/lebensmittelverschwendung>.
36. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.** Ursachen und Folgen von Lebensmittelverschwendung. [Online] 22. 09 2016. [Zitat vom: 02. 09 2021.] https://www.verbraucherzentrale.de/sites/default/files/2021-04/DownloadA_W%C3%BCrdest_du_das_essen-1.pdf.

37. **Wiener Umwelt Anwaltschaft.** Abfallwirtschaft . [Online] 01. 04 2021. [Zitat vom: 02. 05 2021.] <https://wua-wien.at/umweltmanagement/abfallwirtschaft/2309-lebensmittelabfaelle-definition>.
38. **Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.** Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung. [Online] 06. 09 2021. [Zitat vom: 05. 05 2021.] <https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/lebensmittelverschwendung/strategie-lebensmittelverschwendung.html;jsessionid=157A515591806E30066FA7738B264C32.live851>.
39. **Verbraucherzentrale.** Lebensmittel wertschätzen und vor der Tonne bewahren. [Online] 21. 04 2021. [Zitat vom: 09. 09 2021.] <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/auswaehlen-zubereiten-aufbewahren/lebensmittel-wertschaetzen-und-vor-der-tonne-bewahren-59543>.
40. **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit.** Auf dem Weg zur Nachhaltigen Mobilität. [Online] 28. 04 2020. [Zitat vom: 12. 09 2021.] <https://www.bmu.de/themen/luft-laerm-mobilitaet/verkehr/auf-dem-weg-zur-nachhaltigen-mobilitaet>.
41. **Michel Allekotte, Hans-Jörg-Althaus, Fabian Bergk, Kirsten Biemann, Wolfram Knörr, Daniel Sutter.** Umweltbundesamt. *Umweltfreundlich mobil!* [Online] 01. 03 2021. [Zitat vom: 15. 04 2021.] <https://www.bmu.de/themen/luft-laerm-mobilitaet/verkehr/auf-dem-weg-zur-nachhaltigen-mobilitaet>.
42. **Umweltbundesamt.** Konsum und Umwelt: Zentrale Handlungsfelder. [Online] 24. 08 2021. [Zitat vom: 09. 09 2021.] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/konsum-umwelt-zentrale-handlungsfelder#bedarfsfelder>.
43. **atmosfair.** Klimawirkung des Flugverkehrs. [Online] [Zitat vom: 12. 09 2021.] https://www.atmosfair.de/de/fliegen_und_klima/flugverkehr_und_klima/klimawirkung_flugverkehr/.
44. **Umweltbundesamt.** Seeschiffe – Luftschadstoffe und Energieeffizienz. [Online] 02. 06 2021. [Zitat vom: 05. 04 2021.] <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsstandards/seeschiffe-luftschadstoffe-energieeffizienz#luftverunreinigung-durch-seeschiffe>.
45. **DIESELINFORMATION.** Die Anatomie eines Dieselmotors. [Online] [Zitat vom: 16. 09 2021.] <https://dieselinformation.aecc.eu/de/die-anatomie-eines-dieselmotors/>.
46. **Helmut Hübsch, Dr. Wolfgang Adlwarth.** SYSTEMATISCHE ERFASSUNG VON LEBENSMITTELABFÄLLEN DER PRIVATEN HAUSHALTE IN DEUTSCHLAND. [Online] 01. 06 2017. [Zitat vom: 06. 05 2021.] <https://www.zugutfuerdietonne.de/fileadmin/zgfdt/inhalt/daten/GfK-Studie.pdf>.
47. **Deutschland in Zahlen.** Tabelle: Personenkilometer - in Milliarden Kilometer. [Online] [Zitat vom: 12. 09 2021.] <https://www.deutschlandinzahlen.de/tab/deutschland/infrastruktur/verkehr-und-transport/personenkilometer>.

48. —. Tabelle: Güterverkehr in Tonnenkilometern - in Mrd. (Tonnenkilometern). [Online] [Zitat vom: 12. 09 2021.] <https://www.deutschlandinzahlen.de/tab/deutschland/infrastruktur/verkehr-und-transport/gueterverkehr-in-tonnenkilometern>.

Eigenständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit, dass

- ich die vorliegende wissenschaftliche Arbeit selbständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt habe,
- ich andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt habe,
- ich die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe,
- die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfbehörde vorgelegen hat.

Berlin, 12.10.2021

MeMa
