



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Validierung des Bewertungsmodells für klimaschädigende
Gase für Speisen der Gemeinschaftsverpflegung“

verfasst von / submitted by

Kerstin Bauer, BSc

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of

Master of Science (MSc)

Wien, 2024 / Vienna 2024

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Mag. Dr. Karl-Heinz Wagner

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mir während der Erstellung dieser Masterarbeit behilflich waren und mich motiviert haben.

Zuerst gebührt mein Dank an Univ.-Prof. Mag. Dr. Karl-Heinz Wagner, der mir die Möglichkeit geboten hat, diese Masterarbeit anzufertigen. Sowie meine Masterarbeit betreut und begutachtet hat.

Des Weiteren möchte ich mich bei Mag. Georg Frisch und Marlene Ott bedanken, die mir stets zur Seite gestanden sind und mich während meiner Forschung mit Rat und Tat unterstützt haben. Danke für die hilfreichen Ratschläge und das konstruktive Feedback. Somit konnte eine angenehme Zusammenarbeit ermöglicht werden.

Außerdem möchte ich meinen Dank meinen Eltern aussprechen, die mir in dieser Zeit beigestanden sind. Wenn ich Hilfe brauchte, konnte ich mich stets auf sie verlassen. Aufgrund der Unterstützung meiner Eltern konnte ich mir mein Studium ermöglichen.

Ebenfalls möchte ich mich bei meinen StudienkollegInnen bedanken, die mich während der gesamten Studienzeit unterstützt haben.

Schlussendlich bedanke ich mich bei meiner Schwester, für die moralische und emotionale Unterstützung. Durch die viele Geduld und Hilfsbereitschaft wurde mir das Schreiben der Masterarbeit wesentlich erleichtert.

Abstract

CO₂-emissions are increasing significantly worldwide. More and more people are eating outside or in communal catering. Awareness of climate-friendly meals is growing and people are becoming more interested in local and seasonal foods. With food in the supermarket, the environmental and climate balance often depends less on the product than on where these products were grown and then transported and packaged.

This master's thesis is intended to explain whether the use of climate-friendly catering in Austrian canteen kitchens using a validated evaluation system can have significant positive effects on the environment in terms of reducing CO₂-equivalents. Furthermore, possible fields of action for the future and potential limitations are presented.

Currently, only a small number of reliable carbon footprint databases can be found. One of them is the Eaternity database. Eaternity is an association based in Switzerland, which is working on a solution for the food industry to explicitly measure the ecological footprint of food. The goal is to realize the well-being of people and the planet.

Literature research was conducted in the databases Google Scholar, Pubmed and u:search. The search terms included „carbondioxide“ and „climate change“, „climate“ and „nutrition“ or „CO₂“. The terms "CO₂" and "database" were also used to research possible CO₂ databases. In order to find literature that is as up-to-date as possible, the publication date was limited to the last few years.

By using the Eaternity app, the carbon footprint of climate-friendly recipes and traditional comparison recipes was calculated. In the next step, the aspects of country, origin, transport, production, packaging, processing and preservation were documented with the help of Excel for each individual food ingredient. The data was then calculated using a newly developed evaluation model, also in Excel. In the further course, the variables were coded so that they can be calculated in SPSS. The SPSS outputs were then interpreted.

The results show that the „Klimateller“ recipes cause fewer CO₂-equivalents than the conventional recipes. In conclusion regional, organic, less preserved food and shorter transport routes thus contribute to a better climate balance.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	11
Abbildungsverzeichnis	12
Tabellenverzeichnis	14
1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	18
I LITERATURÜBERBLICK.....	20
2. GEMEINSCHAFTSVERPFLEGUNG	20
2.1 Aktuelle Situation der Gemeinschaftsverpflegung in Österreich	23
2.2 Situation der Gemeinschaftsverpflegung beim Bundesheer.....	24
3. KLIMAWANDEL	25
3.1 Treibhausgase	26
3.1.1 Kohlendioxid	27
3.1.2 Methan	28
3.1.3 Lachgas	29
3.2 Treibhausgasemissionen weltweit	30
3.2.1 Österreichs Treibhausgasemissionen.....	32
3.2.2 Prognose für 2030.....	33
3.3 Nationaler Treibhausgasbestand.....	33
3.4 Klimaneutrales Österreich bis zum Jahr 2040	33
4. GESETZE UND NORMEN	34
4.1 Klimaschutzgesetz	34
4.1.1 Zielsetzungen des Klimaschutzgesetzes	34
4.2 Klima- und Energiepaket 2020	34
4.3 Klima- und energiepolitischer Rahmen bis 2030	35
4.4 Internationale Klimapolitik.....	36
4.5 Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC)	36

4.5.1 Entwicklungsgeschichte	36
4.5.2 Zielsetzung der Klimarahmenkonvention	37
4.5.3 Organisation.....	37
4.6 Kyoto Protokoll	37
4.7 Die Übereinkunft von Paris	38
4.8 Glasgow climate change conference	39
5. ZUKÜNFTIGE VORHERSAGEN FÜR UNSER ERNÄHRUNGSSYSTEM	40
5.1 Prognosen für das Jahr 2050.....	40
5.2 Weltweite Änderungen des Klimas bis zum Jahr 2100	41
5.3 Veränderung des Klimas in Europa bis zum Jahr 2100.....	42
6. METHODEN ZUR CO₂-BERECHNUNG	43
6.1 Der ökologische Fußabdruck.....	43
6.1.1 Begriffsbestimmung	43
6.1.2 Maßeinheit.....	43
6.1.3 Berechnung.....	44
6.1.4 Globaler ökologischer Fußabdruck	44
6.2 Carbon Footprint.....	45
6.3 Life Cycle Assesment.....	46
6.4 Eaternity.....	47
6.4.1 Eaternity App.....	48
6.4.2 Gesundheitsscore	49
6.4.3 Nährwertlabel	50
6.4.4 Wasser-Fußabdruck	50
6.4.5 Regenwald Score	51
6.4.6 Tierwohl Score	52
6.4.7 Saison Score & Lokalitäts-Score	52
6.4.8 Einschätzung der Datenqualität verschiedener Warengruppen in der CO ₂ -Datenbank von Eaternity.....	53

6.5 Ecoinvent Datenbank.....	55
6.6 Die Klima Teller App	55
6.7 Ein guter Tag hat 100 Punkte	56
7. KLIMARELEVANTE FAKTOREN FÜR LEBENSMITTEL	58
7.1 Emissionen infolge von Herstellung.....	58
7.2 Umweltfolgen von Verpackungen und verpackten Nahrungsmitteln im Vergleich	59
7.3 Transport von Lebensmitteln.....	60
7.4 Pflanzliche und tierische Ernährung im Vergleich.....	65
7.4.1 THG-Emissionen aus der pflanzlichen Lebensmittelproduktion	65
7.4.2 THG-Emissionen aus der tierischen Lebensmittelproduktion.....	65
7.5 Bio-Lebensmittel im Vergleich zu konventionellen Lebensmitteln.....	67
7.6 Saisonale Lebensmittel	70
7.7 Lebensmittelvergeudung in Österreich.....	72
7.8 Vergleich von heimischen konventionellen Gurken in der Winterzeit und importierten Biogurken aus Spanien mittels CO ₂ -Fußabdrucks	74
II EMPIRISCHER TEIL.....	77
8. MATERIALIEN UND METHODEN	77
8.1 CO ₂ -Auswertung	77
8.1.1 Validierung des Bewertungsmodells anhand der CO ₂ -Datenbank Eaternity	77
8.1.2 Alternative Zutaten	78
8.2 Klimakennzahl-Auswertung	83
8.2.1 Vergleich der Ergebnisse mit einem neuwertigen Bewertungsverfahren.....	83
8.3 Vorbereitung der statistischen Auswertung.....	87
8.4 Statistische Auswertung	88
9. ERGEBNISSE UND DISKUSSION	89
9.1 Übersicht über die Rezeptversionen	89
9.2 CO ₂ -Äquivalente und Klimakennzahl	90
9.3 Klimakennzahl	90

9.4 CO ₂ -Äquivalentvergleich der unterschiedlichen Rezeptkategorien (fleischlos, fleischarm, mehr als 90 g Fleisch).....	91
9.5 Interpretation der CO ₂ -Äquivalente.....	94
9.5.1 CO ₂ -Äquivalente Klimateller und Vergleichsrezepte Regelbetrieb Tag 1.....	94
9.5.2 CO ₂ -Äquivalente Klimateller und Vergleichsrezepte Regelbetrieb Tag 6.....	96
9.5.3 CO ₂ -Äquivalentvergleich der gesamten Speisen Tag 3	97
9.5.4 Einsparungspotential der CO ₂ -Äquivalente.....	98
10. SCHLUSSFOLGERUNG	102
11. ZUSAMMENFASSUNG	105
12. SUMMARY.....	107
13. LITERATURVERZEICHNIS	109

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzungen Bedeutung

CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ eq.....	CO ₂ -Äquivalent
EU.....	Europäische Union
EPA.....	Environmental Protection Agency
FAO.....	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Fibl.....	Forschungsinstitut für biologischen Landbau
gha.....	globaler Hektar
Gt.....	Gigatonnen
GV.....	Gemeinschaftsverpflegung
kg.....	Kilogramm
LCA.....	Life Cycle Assessment
LKW.....	Lastkraftwagen
N.....	Stickstoff
N ₂ O.....	Lachgas
ÖGE.....	Österreichische Gesellschaft für Ernährung
PKW.....	Personenkraftwagen
t/a.....	Tonnen pro Jahr
THG.....	Treibhausgase
Tg CO ₂ eq.....	Treibhausgasemissionen aus verschiedenen Teilsektoren der pflanzlichenund tierischen Lebensmittelproduktion/-verbrauch
TK.....	Tiefkühl
€.....	Euro

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: CO ₂ -Konzentrationen im zeitlichen Verlauf mod. nach [Anderl, 2022]	28
Abbildung 2: Anteil der Lebensmittel an den gesamten THG-Emissionen (a) und den gesamten THG-Emissionen aus dem Lebensmittelsystem (b) weltweit, in Entwicklungs- und Industrieländern mod. nach [Crippa et al. 2021].....	31
Abbildung 3: Treibhausgasemissionen tierischer und pflanzlicher Lebensmittel mod. nach [Xu et al. 2021].....	66
Abbildung 4: Lebensmittelentsorgung mod. nach [WWF, 2021].....	73
Abbildung 5: Bewertungsmodell nach Lisa Ferstl.....	84
Abbildung 6: Bewertung der Warengruppe „Fleisch“ nach Fleischart und Produktionsweise (Darstellung nach Lisa Ferstl)	84
Abbildung 7: Bewertung der Warengruppe „Fisch“ nach Fischart und Zertifizierung (Darstellung nach Lisa Ferstl)	85
Abbildung 8: Bewertung der Warengruppe „Milch- und Milchprodukte“ nach Produktart (Darstellung nach Lisa Ferstl)	85
Abbildung 9: Bewertung der Warengruppe „Getreide, Hülsenfrüchte & Erdäpfel“ (Darstellung nach Lisa Ferstl)	85
Abbildung 10: Bewertung der Warengruppe „Eier“ nach Produktionsweise (Darstellung nach Lisa Ferstl).....	86
Abbildung 11: Bewertung der Warengruppe „pflanzliche Öle und Fette“ nach Ölsaartart (Darstellung nach Lisa Ferstl)	86
Abbildung 12: Bewertung der Warengruppe „Obst & Gemüse“ nach Produktionsweise (Darstellung nach Lisa Ferstl)	86
Abbildung 13: Gramm CO ₂ -Äquivalente Fleisch los, Fleisch arm und konventionelle bzw. mehr als 90 g Fleisch Rezepte.....	92
Abbildung 14: Treibhausgasbilanz der durchschnittlichen sowie der modellierten omnivoren, ovo-lacto vegetarischen sowie veganen Ernährungsweise mod. nach [Schlatzer, Lindenthal, 2020].....	93
Abbildung 15: CO ₂ -Äquivalente Klimateller und Vergleichsrezepte Regelbetrieb Tag 1	95
Abbildung 16: Das Treibhauspotenzial der verschiedenen Rezeptvariationen von Lasagnegerichten mod. nach [Takacs et al. 2022]	96
Abbildung 17: CO ₂ -Äquivalente Klimateller und Vergleichsrezepte Regelbetrieb Tag 6	97

Abbildung 18: CO ₂ -Fußabdruck der analysierten Mahlzeiten: Vorspeisen, Hauptspeisen, Beilagen und Nachspeisen Tag 3	98
---	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gliederung der Gemeinschaftsverpflegung mod. nach [Gusenbauer et al. 2018; BMLFUW 2010]	20
Tabelle 2: Die 4 Grundsysteme der Gemeinschaftsverpflegung mod. nach [Österreichisches Bundesheer Heereslogistikschiule]	21
Tabelle 3: Auflistung der alternativen Zutaten.....	78
Tabelle 4: Veganes Sugo (eigene Darstellung)	81
Tabelle 5: Nudelgratin mit Zucchini u. Pilzen (eigene Darstellung)	82
Tabelle 6: Lasagne mit gemischten Faschierten (eigene Darstellung).....	82
Tabelle 7: Verteilung der Rezepte	89
Tabelle 8: CO ₂ -Werte beider Rezeptvarianten	89
Tabelle 9: Korrelation von CO ₂ -Äquivalenten und Klimakennzahl	90
Tabelle 10: Klimakennzahl beider Rezeptvarianten	90
Tabelle 11: Mittelwertunterschiede der CO ₂ -Äquivalente von drei Rezeptvarianten.....	91
Tabelle 12: Einsparungspotential CO ₂ -Äquivalente ÖBH Klimateller für Hauptspeise/Menü 1	99
Tabelle 13: Einsparungspotential CO ₂ -Äquivalente ÖBH Klimateller für Hauptspeise/Menü 2	99

„Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich immer gleichermaßen auf weibliche und männliche Personen. Auf eine Doppelnennung wird zugunsten einer besseren Lesbarkeit verzichtet.“

1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Der Klimawandel stellt einer der größten globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts dar. Steigende Temperaturen, Überschwemmungen, Hitzewellen, Dürren, Brände sowie Wald- und Gletscherverluste führen uns gnadenlos vor Augen, wie weit die menschenverursachte Klimakrise vorangeschritten ist (Cianconi & Betrò & Janiri, 2020). Diese Auswirkungen sind für Mensch und Umwelt schon jetzt deutlich fühlbar.

Österreich erreicht am 6. April 2023 den sogenannten Overshoot Day (Earth Overshoot Day, 2023). Das heißt an dem Tag wird der menschliche Rohstoffverbrauch der Bevölkerung nicht mehr mittels der Entwicklung neuer Ressourcen gedeckt. Dies bedeutet, dass wir ab diesem Tag auf Kosten der zukünftigen Generation leben. (Bio Austria, 2023)

Die heutige Ernährungsweise ist mit vielen Treibhausgasemissionen verbunden. Der Ernährungssektor trägt mit 19–29% zu den gesamten anthropogenen THG-Emissionen weltweit bei (Vermeulen et al. 2012). Infolgedessen haben Lebensmittelproduktion, Handel und Konsum sowohl auf nationaler als auch auf globaler Ebene einen bedeutenden Einfluss auf den Klimawandel. Regionalität, Saisonalität, Verpackung, Verzehr von tierischen oder pflanzlichen Nahrungsmitteln, biologische oder konventionelle Lebensmittel und der Transport zeigen unterschiedliche Auswirkungen auf die CO₂-Bilanz eines Produkts. (Zamecnik et al. 2021)

Das Interesse an lokal produzierten Lebensmitteln hat in den letzten zehn Jahren bei den KonsumentInnen immer mehr an Bedeutung gewonnen. VerbraucherInnen möchten durch den Kauf zu einem besseren Klima und kürzeren Transport- und Vertriebsnetzen beitragen und lokale Produzenten unterstützen. (Granvik et al. 2017)

Die Außer-Haus-Verpflegung einschließlich der Gemeinschaftsverpflegung liegt immer mehr im Trend und stellt in Hinsicht auf Gesundheitsförderung und Nachhaltigkeit ein bedeutendes Handlungsfeld dar. Hier ergibt sich die Möglichkeit, eine große Anzahl an Menschen zu erreichen, sie mit einer nachhaltigen Kost zu versorgen und so mit einem ansprechenden Essensangebot neue KundInnen zu gewinnen. (Referat Gemeinschaftsverpflegung und Qualitätssicherung, 2022)

Die österreichische Gemeinschaftsverpflegung sorgt dafür, dass täglich ca. 1,8 Millionen Speisen ausgegeben werden (Gusenbauer et al. 2018). In der Gemeinschaftsverpflegung wird mit einem Anstieg der Mahlzeiten von 2-3% pro Jahr gerechnet (Gusenbauer et al. 2018). Aus

diesem Grund bilden die Großküchen der Gemeinschaftsverpflegung einen idealen Lösungsansatz. Diese können durch eine gezielte Rezept- und Speisenplangestaltung dazu beitragen, die Treibhausgase zu reduzieren.

In der Politik und Gesellschaft stellen nachhaltige Lebensmittel einen immer größeren Stellenwert dar (Granvik et al. 2017). Die KonsumentInnen haben ein erhöhtes Interesse für die Qualität und Herkunft der verwendeten Lebensmittel im kontinuierlich steigenden Außer-Haus-Verzehr (Gruber & Holler, 2017).

Diese Arbeit verfolgt das Ziel, dass Großküchen der Gemeinschaftsverpflegung die CO₂-Äquivalente ihres Verpflegsangebots mit einem validierten Bewertungssystem, realitätsnah und zuverlässig einschätzen können und somit ein klimaschonendes Verpflegsangebot (Klimateller) bereitstellen.

Die vorliegende Masterarbeit lässt sich in zwei Teile gliedern. Im ersten Teil werden die theoretischen Grundlagen dargestellt, welche näher an die Themen „Klimawandel“ und „Treibhausgase“ heranführen. Der zweite Teil der Masterarbeit enthält den praktischen Teil, der Untersuchung der Forschungsfrage. Diese beschäftigt sich damit, ob mit dem für Großküchen der Gemeinschaftsverpflegung entwickelten Bewertungsmodell, die Klimaverträglichkeit des Verpflegsangebots in ÖBH Truppenküchen realitätsnah eingeschätzt werden kann.

Das methodische Vorgehen dieser Masterarbeit fokussiert sich auf die Recherche aktueller Fachliteratur zum Thema CO₂-Äquivalente Berechnung von Lebensmitteln. Dazu wurden die CO₂-Äquivalente von neu entwickelten „Klimateller Rezepten“ sowie herkömmlichen Vergleichsrezepten mittels der Datenbank Eaternity berechnet. Resultierend daraus wurden die tatsächlichen Werte mit der Kennzahl des Bewertungsmodells (FERSTL) verglichen und auf dessen Zuverlässigkeit geprüft. Die entsprechenden Werte der CO₂-Äquivalente Berechnung sowie der Kennzahlberechnung wurden im Anschluss statistisch aufbereitet, ausgewertet und interpretiert.

I LITERATURÜBERBLICK

2. GEMEINSCHAFTSVERPFLEGUNG

Die Gemeinschaftsverpflegung (GV) oder auch Gemeinschaftsgastronomie genannt, stellt eine Sonderform der Gastronomie dar (Gusenbauer et al. 2018). Im Lebensmittelbericht Österreich 2010 wird sie wie folgt definiert: „eine im Preis limitierte Verpflegung eines begrenzten Personenkreises an einem Ort, an dem ein längerer Aufenthalt dieser Personen aus organisatorischen Gründen erforderlich ist“ (BMLFUW, 2010). Die Gemeinschaftsverpflegung setzt sich aus den folgenden vier Bereichen zusammen:

1. Verpflegung an Bildungsstätten
2. Anstaltenverpflegung
3. Betriebsverpflegung
4. Unterschiedliche Sonderformen (z.B. Cateringangebote). (Gusenbauer et al. 2018)

Jene verschiedenen Formen der Verpflegungseinrichtungen können in Voll- und Teilverpflegung klassifiziert werden. Bei der Teilverpflegung werden nur ein paar Speisen abgedeckt, wie zum Beispiel bei Schul- oder Betriebskantinen. Bei der Vollverpflegung werden alle Speisen eines Tages bereitgestellt, wie beispielsweise in Heimen und Spitälern. (Gusenbauer et al. 2018)

Das Ziel der Gemeinschaftsverpflegung besteht darin, MitarbeiterInnen, InsassInnen LeistungsbezieherInnen sowie Gäste von Gemeinschaftseinrichtungen mit Nahrungsmitteln zu versorgen. (Gusenbauer et al. 2018)

Tabelle 1: Gliederung der Gemeinschaftsverpflegung mod. nach [Gusenbauer et al. 2018; BMLFUW 2010]

Bildungseinrichtungen	Betriebe	Einrichtungen	Sonstige Formen
Kindergärten	Werksküchen	Spitäler	Business Catering
Schulen	Kantinen	Pflegeheime	Flugzeugcatering
Fachhochschulen	Betriebsrestaurants	Seniorenheime	Essen auf Rädern
Universitäten		Kuranstalten	Verpflegungseinrichtung im Gesundheitsbereich

Erwachsenenbildungsinstitute		Kasernen	Verpflegungseinrichtung im Freizeitbereich
etc.		Asyleinrichtungen	
		Gefängnisse	
		Behörden/Verwaltung	

Tabelle 1 stellt die verschiedenen Bereiche der Gemeinschaftsverpflegung dar. Diese verschiedenen Formen der GV machen ungefähr ein Drittel der gesamten Ausgaben für die Außer-Haus-Verpflegung aus (BMLFUW 2010). Ein Drittel der ÖsterreicherInnen essen wenigstens einmal am Tag unterwegs. Hierbei macht das Mittagessen mit 33% den größten Anteil der Außer-Haus-Verpflegung aus und etwa 50% in Österreich essen die Mittagsmahlzeit im Betrieb und rund ein Drittel verzehren das Mittagessen in der Gastronomie (BMLFUW 2013).

Tabelle 2: Die 4 Grundsysteme der Gemeinschaftsverpflegung mod. nach [Österreichisches Bundesheer Heereslogistikschule]

Verpflegungssysteme	Erklärung und Eigenschaften
cook and serve Frischkostsystem	- Zubereitungszeitpunkt direkt vor dem Konsum. - Möglichst wenig vorverarbeitete Zutaten bzw. auf hochverarbeitete Convenienceprodukte verzichten. - Nicht Warmhalten. - Sehr hohe Speisenqualität erreichbar. - In GV ziemlich selten angewendet, weil kostenintensiv.
Cook Hold & Serve Warmkostsystem	- Produktion am Tag (Vortag) des Verzehrs. - Wenig vorverarbeitete Zutaten, häufig hinzugefügt mit hochverarbeiteten Convenienceprodukten. - Thermisch gekoppeltes System: Kochen – (Warmauslieferung) – Warmhalten – Konsum. - Möglichkeit des Warmhaltens bis zu 3 Stunden vor dem Verzehr.

	- In GV noch ziemlich oft angewendet, weil kostengünstig. - Variante: Warmauslieferung.
Cook & Chill Kühlkostsystem	- Möglichkeit der Zubereitung einige Tage vor dem Verzehr. - Wenig vorverarbeitete Zutaten, häufig mit hochverarbeiteten Convenienceprodukten vervollständigt. - Thermisch entkoppeltes System: Kochen - Schockkühlen - Kaltauslieferung - nochmaliges erhitzen - Gekühlte Auslieferung an Finalisierungsküche - Bereitstellung der Mahlzeiten nach wirklich gebrauchten Mengen, sehr schnell möglich. - Kurzes Aufwärmen: 10 bis 20 Minuten, damit sind kurze Warmhaltezeiten möglich. - In GV ziemlich oft verwendet, weil unterschiedliche Anforderungen hierbei erfüllbar sind.
Cook & Freeze Tiefkühlkostsystem	- Möglichkeit der Zubereitung einige Wochen bis Monate vor der Konsumierung. - Wenig vorverarbeitete Zutaten, vielmals mit hochverarbeiteten Convenienceprodukten abgerundet. - Thermisch entkoppeltes System: Kochen - Tiefkühlen - TK-Auslieferung - Wiedererhitzen. - TK - Auslieferung an FinalKü - Mahlzeitenbereitstellung nach wirklich gebrauchten Mengen möglich. - Lange Aufwärmdauer: 10 bis 70 Minuten. - In GV oft verwendet, weil kostengünstig und diverse Voraussetzungen erfüllbar sind.

2.1 Aktuelle Situation der Gemeinschaftsverpflegung in Österreich

Die Gemeinschaftsverpflegung in Österreich liefert täglich etwa 1,8 Mio. Essen. Dementsprechend werden Personen verschiedenster Einrichtungen wie beispielsweise Krankenhäuser, Schulen, Mensen von Fachhochschulen und Universitäten, sowie Kantinen in Ausbildungsstätten des Bundesheeres und SeniorInnenheime mit Mahlzeiten bzw. Lebensmitteln versorgt. In der Gemeinschaftsverpflegung wird eine Bedarfssteigerung an Mahlzeiten von 2-3% pro Jahr prognostiziert. (Gusenbauer et al. 2018)

Rund 3.000 österreichische Gemeinschaftsverpflegungsbetriebe sind für die Versorgung von circa 1,8 Millionen Menschen zuständig. Das entspricht 20% der Menschen in ganz Österreich, demnach jede fünfte Person. (BMLFRW, 2023)

Etwa 450.000 Menschen, also ein erheblicher Teil, nehmen Mahlzeiten in diesen öffentlichen Einrichtungen zu sich. Die verwendeten Waren haben einen Wert von 1,35 Millionen Euro pro Tag, also insgesamt 330 Millionen Euro im Jahr. Diese Summen können einen ausschlaggebenden Einfluss auf den österreichischen Lebensmittelmarkt haben. Aus diesem Grund ist es sehr wichtig, welche Lebensmittel in den öffentlichen Einrichtungen auf dem Teller landen. (BMLFRW, 2023)

Bei der Gemeinschaftsverpflegung geht es um eine preislimitierte Versorgung. Gruber und Holler zufolge, stehen beispielsweise öffentlichen großen Einrichtungen für Menschen, die betreut werden, heutzutage ungefähr 3,55€ an Lebensmittelbeschaffungskosten für fünf Speisen täglich, einschließlich Getränke, zur Verfügung. Hierbei sollen sowohl qualitative als auch ernährungsphysiologische Richtlinien wie ein größerer bio- oder regionaler Anteil eingehalten werden. (Gusenbauer et al. 2018)

Aus der ökonomischen Perspektive erläutert Holler (2001), dass eine Erhöhung des Bio-Anteils in der Großküche auf einen Anteil von 30% mit Ausnahme eines geringen Kostenanstiegs schaffbar ist. Die Fleischportionen sollten dabei um zwei bis drei Dekagramm reduziert werden und es sollte auf eine bessere Qualität des Fleisches aus dem Ökolandbau geachtet werden. Ein weiterer Aspekt ist die Einbeziehung von saisonalem Obst und Gemüse bei der Umsetzung des Speiseplans. (Holler, 2001)

Österreich umfasst keine gesetzlich bindende Bestimmung, hinsichtlich der ernährungsphysiologischen Zusammenstellung von Speisen in der Gemeinschaftsverpflegung. Jedoch ist es Pflicht, Regelungen wie Hygieneverordnungen oder die Allergenkennzeichnung

zu erfüllen (Gusenbauer et al. 2018). Produktionsbetriebe dürfen selbst die Entscheidung über die Nährstoffverteilung treffen (Huber, 2015).

2.2 Situation der Gemeinschaftsverpflegung beim Bundesheer

Etwa 22.000 VerpflegsteilnehmerInnen werden nach dem Stand Juni 2022 täglich mit bis zu drei Speisen von den Truppenküchen des Österreichischen Bundesheeres versorgt. Im Zuge dessen zählt das Bundesheer zu den größten Gemeinschaftsverpflegungsanbietern innerhalb Österreichs. (Österreichisches Bundesheer, 2022)

Das Bundesheer umfasst beinahe 90 Verpflegungseinrichtungen. Im Jahr 2019 stellte die Finalisierungsküche Allentsteig eine Versorgung von 53.000 SoldatInnen mit Frühstück, Mittag und Abendessen bereit. Der Wareneinsatz für die Herstellung von 7,1 Millionen Teiltagesportionen (Frühstück, Mittag, Abend) machte im Jahr 2018 circa 17,3 Millionen Euro aus. Etwa 33.000 Personen wurden 2019 von der Truppenküche der Pontlatz-Kaserne in Landeck mit Mahlzeiten versorgt. Die Truppenküche der Hessen-Kaserne in Wels verköstigte ungefähr 55.000 Personen im Jahr 2019. (Unser Heer, 2021)

3. KLIMAWANDEL

Gemäß der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) kann Österreich bereits einen Temperaturanstieg von rund 2°C seit Beginn der Industrialisierung aufzeigen. Schon jetzt sind die Folgen des Klimawandels ersichtlich, sie zeigen sich in Form von Starkregen, Dürre oder ansteigenden Hitzetagen. Neben diesen enormen Wetterphänomenen sind auch schleichende Veränderungen aufgrund der zunehmenden Durchschnittstemperatur erkennbar, wie zum Beispiel im Schwund der Gletscherflächen oder ein ungewöhnlich frühzeitiger Vegetationsbeginn. (Umweltbundesamt 2023)

Die Liste ist bereits jetzt lang und die Folgen werden immer schlimmer. WissenschaftlerInnen haben herausgefunden, dass die Luftschicht der Erde schon 40% mehr Kohlendioxid aufweist, als in den letzten 800.000 Jahren von Natur aus. Des Weiteren werden die Ozeane immer wärmer und das bereits in 2.000 Meter Tiefe, aber auch der Wassermangel stellt in vielen Regionen ein Problem dar. Der Grund für all diese Umweltauswirkungen ist der Mensch. (WWF, 2021)

Das Voranschreiten des Klimawandels kann verheerende Nachwirkungen mit sich ziehen wie:

- Ausfälle der Ernte wegen Schädlingen, Dürren oder Überschwemmungen, welche zu großflächigen Ernährungskrisen führen können.
 - Trinkmangel aufgrund von Versalzung des Grundwassers durch den Meeresspiegelanstieg, Wüstenbildung oder Verschmutzung von Brunnen durch Überschwemmungen.
 - Verschiebung der Temperaturzonen und dadurch Verbreitung von Krankheiten.
 - Absinken des pH-Wertes des Meerwassers aufgrund des CO₂-Eintrags trägt zum Absterben der Korallenriffe bei.
 - Dürre, Hitze und Schädlingsvermehrung verursachen eine Zerstörung von Wäldern.
- (WWF, 2021)

Trotz allem und dem Wissensstand der Menschen, wird weiter bedenkenlos Energie verschwendet, die sehr wichtigen Regenwälder, welche dem Treibhauseffekt entgegenwirken, gefällt und weiter klimawirksame Treibhausgase in die Atmosphäre abgegeben, wodurch es zu einem Absinken des pH-Wertes der Ozeane kommt. (WWF, 2021)

WissenschaftlerInnen haben festgestellt, dass eine Erhöhung der Durchschnittstemperatur auf der Erde um 0,8°C bedeutend mehr Schäden hervorruft, als zuvor angenommen. Aufgrund dessen sind einige WissenschaftlerInnen zu dem Urteil gekommen, dass 2°C ein viel zu geringer Vorsatz ist. James Hansen, ein NASA-Wissenschaftler meinte, dass eine Begrenzung der Temperaturerhöhung auf 2°C eigentlich nur die Vorlage für eine dauerhafte Katastrophe darstellt. Der Anstieg von 2°C sollte das Äußerste Minimalziel darstellen. (Eaternity Institut 2023)

Es lässt sich nicht leugnen, dass Klimaschutzmaßnahmen für die Eindämmung der Klimaerwärmung erforderlich sind. Wichtig ist, die globale Erwärmung unter 2°C zu halten. Hierbei sind aber verschiedene Bereiche einzuschließen, auch Infrastruktur, Land- und Forstwirtschaft und die Gesundheit sind gefragt, zu handeln und sich den Folgen des Klimawandels anzupassen. Die beiden Vorgehensweisen, Anpassung und auch Klimaschutz müssen intensiviert werden, damit zukünftige Generationen ein sicheres Leben führen können. (Umweltbundesamt, 2023)

3.1 Treibhausgase

Treibhausgase sind Gase, die Wärme in der Atmosphäre speichern. Treibhausgaskonzentrationen werden in Teilen pro Millionen und in Teilen pro Milliarden gemessen. Ein Teil pro Million entspricht einem Tropfen Wasser, verdünnt in etwa 50 Liter. Größere Emissionsmengen von Treibhausgasen führen zu höheren Konzentrationen in der Atmosphäre. (EPA, 2023)

Jedes dieser Gase kann unterschiedlich lange in der Atmosphäre verbleiben, von einigen bis zu Tausenden von Jahren. Einige Gase sind effektiver als andere, hinsichtlich der Erwärmung des Planeten. Kohlendioxid (CO₂) stellt das wichtigste Treibhausgas dar und wird durch menschliche Aktivitäten freigesetzt. (EPA, 2023)

Treibhausgase bestehen aus drei oder mehr Atomen. Diese Molekularstruktur ermöglicht es diesen Gasen, Wärme in der Atmosphäre einzufangen und sie dann an die Oberfläche zu übertragen, was die Erde weiter erwärmt. Dieser ununterbrochene Zyklus des Einfangens von Wärme weist auf einen allgemeinen Anstieg der globalen Temperaturen hin. Das Verfahren, das der Funktionsweise eines Treibhauses sehr ähnlich ist, ist der Hauptgrund, warum die Gase, die dieses Ergebnis hervorrufen können, zusammenfassend als Treibhausgase bezeichnet werden. (Schultheis, 2013)

Der Treibhauseffekt wird hauptsächlich durch die Wechselwirkung der Sonnenenergie mit Treibhausgasen wie Kohlendioxid, Methan, Lachgas und fluorierten Gasen in der Erdatmosphäre verursacht. Die Fähigkeit dieser Gase, Wärme aufzunehmen, verursacht den Treibhauseffekt (The Royal Society, 2010; Kweku et al. 2017).

3.1.1 Kohlendioxid

Kohlendioxid stellt ein dreiatomiges, lineares Molekül dar, welches unter Standardbedingungen als farb- und geruchloses und nicht brennbares Gas vorliegt. Um 1600 wurde Kohlendioxid erstmals von Johan Baptista van Helmont beschrieben. Er fand heraus, dass sich die Masse von Holzkohle mittels Verbrennung verringerte und ein Gas entwich, dass er als „gaz sylvestre“ bezeichnete. Dieses wurde als eines der ersten Gase unabhängig von Luft benannt. (Riener & Kühn, 2014)

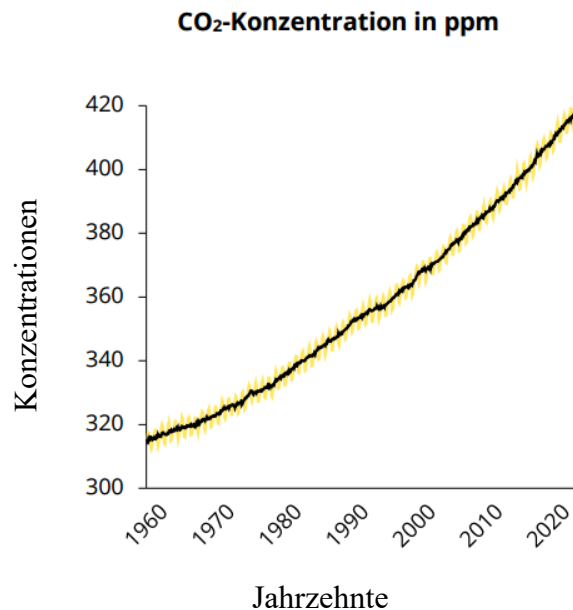
Somit formte Johan Baptista van Helmont einst den Begriff des „Gases“. Danach folgten weitere Forschungen zu dieser ersten Arbeit. Erst im 19. Jahrhundert wurde CO₂ mit Hilfe von Humphry Davy und Michael Faraday durch Druckerhöhung verflüssigt und Charles Thilorier glückte 1834 (Roller, 1952) die Erzeugung und die Beschreibung des festen Kohlendioxids. (Riener & Kühn, 2014)

Kohlendioxid wird mit der globalen Erwärmung in Verbindung gebracht und mit zahlreichen negativen Aussagen verknüpft. CO₂ wird in der Industrie bei der Produktion von kohlensäurehaltigen Getränken, als Mittel zur Löschung und Kühlung sowie als Schutzgas benutzt. (Riener & Kühn, 2014)

Kohlendioxid wird durch die weitläufige Abholzung der Wälder und durch Verbrennen fossiler Energieträger, wie etwa Erdöl oder Kohle, in der Atmosphäre angesammelt. Die CO₂-Konzentration steigt seit Anfang der Industrialisierung aufgrund der Verbrennung sehr hoher Mengen fossiler Energieträger in kürzester Zeit rasant an, wobei diese Erhöhung seit Mitte des 20. Jahrhunderts kontinuierlich zugenommen hat. (Anderl et al. 2021) Weltweit wurde eine Kohlendioxid-Konzentration von 412,45 ppm Kohlendioxid im Jahr 2019 ermittelt (NOAA, 2020). Zum Vergleich, ein ppm stellt ein Molekül Kohlendioxid pro einer Million Moleküle trockener Luft dar (Umweltbundesamt, 2023). Das Jahr 1800 verzeichnet eine CO₂-Konzentration von durchschnittlich 280 ppm (Anteile pro Million), wohingegen im Jahr 2020

der Durchschnitt schon eindeutig über 412 ppm lag. (Anderl et al. 2021) Die jährliche Zunahme hat sich in der vergangenen Dekade rasant beschleunigt. (Anderl et al. 2021)

Abbildung 1: CO₂-Konzentrationen im zeitlichen Verlauf mod. nach [Anderl, 2022]



Neben Kohlendioxid spielen die Konzentrationen weiterer Treibhausgase eine Rolle, welche genauso zum Klimawandel beitragen (Umweltbundesamt, 2023). Nicht nur Kohlendioxid leistet einen Beitrag zur Erwärmung der Erde, sondern auch Methan (CH₄). Methan stellt das zweitwichtigste Treibhausgas in Österreich dar. Dieses hatte einen Anteil von 7,8% an den gesamten Treibhausgasemissionen im Jahr 2019. (Anderl et al. 2021)

3.1.2 Methan

Methan hat eine 28-mal höhere Wirkung auf die Klimaerwärmung im Vergleich zu Kohlendioxid. Kühe und Schafe bilden mit Hilfe von Mikroorganismen, Methan in ihren Mägen. Dadurch wird die Verdauung der Wiederkäuer gefördert, dieser Ablauf wird als enterische Fermentation bezeichnet. Ebenso können sich Methanemissionen auch auf Reisfeldern bilden, hier begünstigt der durch Wasser getränkte Boden ein rapides Bakterienwachstum. Diese Bakterien entwickeln ebenfalls Methan. (Eaternity Institut, 2023)

3.1.3 Lachgas

Lachgas hat eine 265-mal höhere Wirkung auf die Klimaerwärmung im Vergleich zu Kohlendioxid (Eaternity Institut, 2023). Lachgas ist als Teil des Stickstoffkreislaufs der Erde auch natürlich in der Atmosphäre vorhanden und hat eine Vielzahl an Quellen (EPA, 2023). Lachgasmoleküle bleiben durchschnittlich 114 Jahre in der Atmosphäre, bevor sie durch eine Spüle entfernt oder durch chemische Reaktionen zerstört werden (EPA, 2023). Die Auswirkung von 0,5 kg N_2O auf die Erwärmung der Atmosphäre ist fast 300-mal so hoch wie die von 0,5 kg Kohlendioxid (IPCC, 2007).

Lachgas wird bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe und fester Abfälle, landwirtschaftlichen, Landnutzungs- und Industrieaktivitäten sowie bei der Abwasserbehandlung freigesetzt (EPA, 2023).

Lachgas wird mit dem Einsatz von organischen und synthetischen Dünger und der Düngerbewirtschaftung in Verbindung gebracht. Wird der Dünger nicht von Pflanzen aufgenommen dann wird er stattdessen von Bakterien in Lachgas umgewandelt und in die Atmosphäre ausgeschieden oder er wird mittels Regen ausgewaschen (Eaternity Institut, 2023).

Die Verwendung von fossiler Energie zur Erzeugung synthetischer Düngemittel aber auch der Einsatz von Maschinen, um das Land zu bearbeiten, fördern den Ausstoß von CO_2 . Es werden ebenfalls erhebliche Mengen CO_2 emittiert bei der Rodung von Wäldern, um Ackerland zu gewinnen. (Eaternity Institut, 2023)

Sobald Kohlendioxid, Methan oder Lachgas in die Atmosphäre gelangen, kommt es zu einer Speicherung der Sonnenenergie in Erdnähe. Dies führt zu einem Temperaturanstieg auf der Erde und infolgedessen treten Klimaveränderungen auf. Seit dem 19. Jahrhundert wurde ein durchschnittlicher Temperaturanstieg von $0,8^\circ\text{C}$ verzeichnet. Laut Aufzeichnungen kam es in den vergangenen drei Jahrzehnten zu einem Temperaturanstieg von ca. $0,2^\circ\text{C}$ pro Jahrzehnt. Da sich die Wärme auf der Erde nicht ausgeglichen verteilt, werden die nördlichen Areale um einiges schneller aufgewärmt im Vergleich zu den anderen Arealen. Der Klimawandel führt zu einer extremen Veränderung unseres Planeten und unserer Lebensweise. (Eaternity Institut, 2023)

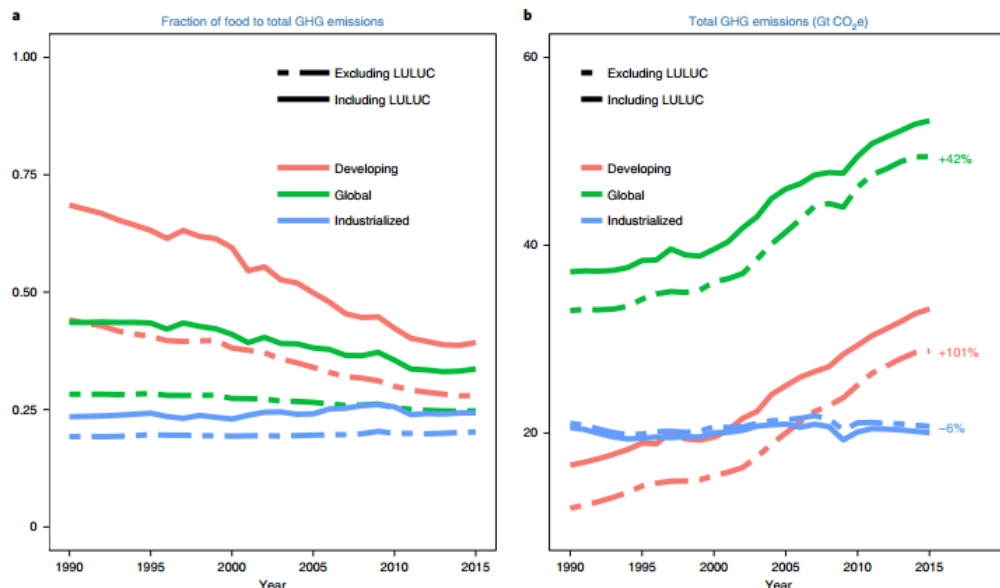
Wenn Treibhausgase wie CO₂, Methan und Lachgas in die Atmosphäre geraten, speichern sie die Sonnenwärme in Erdnähe. Das führt zu einer Zunahme der Erdtemperatur und zum Klimawandel. (Eaternity Institut, 2023)

3.2 Treibhausgasemissionen weltweit

Laut einer neuen Studie (Crippa et al. 2021), die in Nature Food veröffentlicht wurde, sind die Ernährungssysteme der Welt für mehr als ein Drittel der globalen anthropogenen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Von Verpackung und Abfallwirtschaft bis hin zu Landnutzungsänderungen und landwirtschaftliche Produktion wurden die Emissionen des globalen Lebensmittelsystems 2015 berechnet und auf 18 Milliarden Tonnen Kohlendioxidemissionen geschätzt. Dies macht 34% des globalen Ausstoßes an CO₂-Emissionen aus. Der Anteil nimmt allmählich ab, da es 1990 noch 44% waren. (Abbildung 2a). Gleichzeitig stieg die weltweite Lebensmittelproduktion, stellvertretend für Getreide, um über 40%, was auf einen allgemeinen Rückgang der Emissionsintensität von Lebensmitteln im gleichen Zeitraum hindeutet. (Crippa et al. 2021) Nichtsdestotrotz steigen die Emissionen der Lebensmittelsysteme in absoluten Mengen weiter an (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023).

Auf Basis sämtlicher anthropogener Treibhausgasemissionen sind die Ernährungssysteme der Industrieländer mit einem Anteil von ungefähr 24% größtenteils als stabil zu betrachten. Die Emissionen in den Entwicklungsländern sind im Vergleich wesentlich zurückgegangen, von 68% im Jahr 1990 auf 39% bis zum Jahr 2015, aufgrund des sehr großen Anstiegs von Non-Food-Emissionen (Abbildung 2a). Die größten Emittenten stellen in folgender Reihenfolge: China, Indonesien, Vereinigte Staaten von Amerika, Brasilien, Europäische Union und Indien dar. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023) Die Lebensmittelemissionen stiegen um 41% in China und nur um 14% in den übrigen Entwicklungsländern. Der weltweite Anteil der Lebensmittelsysteme an den Gesamtemissionen ging langsam auf etwa 25% zurück. Für die Entwicklungsländer wurde ein auffälliges abnehmendes Muster gefunden, wo die Emissionen der Lebensmittelsysteme von fast 70% der Gesamtemissionen auf etwa 40% zurückgingen (Abbildung 2a). Dieser starke Rückgang, der im Einklang mit früheren Analysen steht, war auf den sehr starken Anstieg der Non-Food-Emissionen zurückzuführen. Dieser ist größtenteils auf eine Verringerung der Entwaldung zu schließen (Abbildung 2b). (Crippa et al. 2021)

Abbildung 2: Anteil der Lebensmittel an den gesamten THG-Emissionen (a) und den gesamten THG-Emissionen aus dem Lebensmittelsystem (b) weltweit, in Entwicklungs- und Industrieländern mod. nach [Crippa et al. 2021]



Heutzutage tragen die Produktionsstufen, wie der Transport bis zum Hof oder der Beitrag von Düngemittel mit 39% der gesamten Emissionen sehr stark zu den Emissionen des ganzen Lebensmittelsystems bei. Die Landnutzung und damit eingehende Faktoren leisten einen Beitrag von 38%, der Vertrieb beläuft sich auf 29%, dieser Anteil wird vermutlich weiterhin ansteigen. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023)

Methan (CH_4) verursacht etwa 35% der Treibhausgasemissionen des globalen Lebensmittelsystems, der Betrag ist in etwa gleich in Industrie- und Entwicklungsländern, und kommt zum größten Teil aus dem Reisanbau und der Viehzucht. Die Wissenschaft verdeutlicht, dass die weltweiten Lebensmittelsysteme energieintensiver werden bezüglich Verpackung, Einzelhandel, Verarbeitung und Transport. Die Emissionen des globalen Lebensmittelsystems wachsen in manchen Entwicklungsländern rapide. In den Industrieländern ist es zu einem Anstieg der fluorierten Treibhausgasemissionen, welche einen großen Einfluss auf die globale Erwärmung haben, gekommen. Diese Treibhausgase finden Anwendung in der Kältetechnik und anderen industriellen Prozessen. Die Hälfte des Energieverbrauchs des Supermarkt- und Einzelhandelssektors werden aufgrund der Kälteerzeugung verursacht, der Wert dieser Emissionen ist seit 1990 in Europa um das Vierfache angestiegen. Globale „Kühlketten-Aktivitäten“ verursachen rund 5% der weltweiten Emissionen des Lebensmittelsystems, der

Wert wird sich voraussichtlich erhöhen. Des Weiteren hat sich gezeigt, dass der Faktor Verpackung für ungefähr 5,4% der globalen Emissionen im Bereich Lebensmittelsystem verantwortlich ist, die Zahl ist höher als jeder andere Faktor der Lieferkette, der Transport miteingeschlossen. Je nach Art des Produkts unterscheiden sich die Emissionsintensitäten, Bier und Wein weisen hierbei einen großen Beitrag an den Auswirkungen einer Verpackung auf. Bananen und Rübenzucker hingegen rufen höhere Transportemissionen hervor. Die ernährungsbedingten Emissionen reduzierten sich auf globaler Ebene durchschnittlich um ungefähr ein Drittel, nämlich auf zwei Tonnen CO₂-Emissionen pro Person von 1990 bis 2015. Diese Anzahl sollte nicht als „Verbraucher-Fußabdruck“ betrachtet werden, weil sich die Zahl hinsichtlich der Ernährungsmuster unterscheiden kann. Nichtsdestotrotz kann sie Gebrauch finden, um nationale Minderungsbemühungen zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen aus dem Lebensmittelbereich generell miteinander abzuwägen. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2023)

3.2.1 Österreichs Treibhausgasemissionen

Nach offiziellen Angaben des Umweltbundesamtes (Environment Agency Austria) zu den österreichischen Treibhausgasemissionen im Jahr 2019, ist es in der Zeit von 2018 bis 2019 zu einer Erhöhung der Treibhausgasemissionen in Österreich um 1,5% auf 79,8 Millionen Tonnen CO₂-Emissionen im Jahr 2019 gekommen. (Umweltbundesamt, 2023)

Damit lagen die Emissionen um 1,2 Millionen Tonnen höher als im Jahr 2018. Ausschlaggebend für diese Entwicklung waren eine Zunahme der Stromerzeugung in Erdgaskraftwerken und eine Steigerung der Stahlproduktion. Im Hinblick auf Bevölkerungswachstum (0,4%) und Wirtschaftswachstum (1,6% real) war 2019 ein durchschnittliches Jahr. (Umweltbundesamt, 2023)

Laut Schätzungen sind die Treibhausgasemissionen im Jahr 2020 um immerhin 7% gefallen verglichen mit dem Jahr 2019 (Sommer & Sinabell & Streicher, 2021). Österreich hat im Jahr 2021 77,5 Mio. Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente ausgestoßen. Das kommt einer Reduktion um 1,9% gegenüber dem Kyoto-Basisjahr 1990 gleich. Des Weiteren beträgt der Anstieg 4,9% im Gegensatz zum Jahr 2020. Die Corona-Pandemie prägte die Jahre 2020 und 2021 auf der ganzen Welt sowie den daraus basierenden Einschränkungen des öffentlichen Lebens.

Allerdings kam es im Jahr 2021 wieder zu einem Anstieg der Emissionen in einigen Sektoren nach dem Rückgang im Pandemiejahr 2020. (Umweltbundesamt, 2023)

3.2.2 Prognose für 2030

Die EU hat sich im Dezember 2020 dazu entschieden, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2030 um 55% im Vergleich zu 1990 zu reduzieren. Für 2021 sollen von der EU abgeleitete nationale Ziele vorgeschlagen werden. Damit Österreich im Jahr 2040 Klimaneutralität erreicht und um die Klimaziele 2030 umzusetzen, sind weit reichende Maßnahmen in der Transformation, bis zu einer Minimierung der Verwendung fossiler Brennstoffe notwendig. (Umweltbundesamt, 2023)

3.3 Nationaler Treibhausgasbestand

Das jährliche Treibhausgasinventar wird vom Umweltbundesamt Österreich jedes Jahr zusammengestellt und liefert somit die offiziellen Zahlen zu den österreichischen Meldepflichten nach der UN-Klimarahmenkonvention und nach EU-Regeln. Das Umweltbundesamt stellt Österreichs führende Umweltsachverständigenorganisation dar. Sie ist seit 2006 als weltweit einzige Organisation für die Erstellung nationaler Treibhausgasemissionsinventare (Qualitätsmanagement nach ÖVE/ÖNORM EN ISO/IEC 17020) zertifiziert. Im österreichischen Jahresbericht zum Klimaschutz wird jährlich eine ausführliche Analyse der Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Österreich bereitgestellt. (Umweltbundesamt, 2023)

3.4 Klimaneutrales Österreich bis zum Jahr 2040

Mit dem Klimaschutzgesetz (KSG) wurde der Klimaschutz im Jahr 2011 zum ersten Mal im österreichischen Recht gesetzlich verankert. Hierbei wird ein Teil durch das Klimaschutzgesetz geregelt und der andere Teil der emittierten österreichischen Treibhausgase mittels Emissionszertifikatgesetz 2011 (nationale Umsetzung der Emissionshandelsrichtlinie). (Anderl et al. 2022)

4. GESETZE UND NORMEN

4.1 Klimaschutzgesetz

Das Klimaschutzgesetz (KSG; BGBl. I Nr. 106/2011 i.d.g.F.) gestaltet den nationalen rechtlichen Rahmen für die Befolgung der Emissionshöchstmengen mithilfe von Maßnahmensetzungen. Des Weiteren beinhaltet das Klimaschutzgesetz auch eine sektorale Aufteilung der geltenden unionsrechtlichen Höchstmengen für Österreich und es schließt nationale Emissionen, welche nicht dem europäischen Emissionshandelssystem unterliegen ein. (Anderl et al. 2022)

4.1.1 Zielsetzungen des Klimaschutzgesetzes

Werden die Ziele nicht erreicht, so soll mithilfe des Klimaschutzgesetz durch verbindliche Regelungen und eindeutige Zielvereinbarungen, eine koordinierte und entschlossene Durchführung von Maßnahmen gewährleistet werden. Das Ziel besteht darin, die zwingend vorgeschriebenen Emissionsreduktionen bis 2020 mittels Maßnahmen im Inland umzusetzen. Dies soll nicht mit Hilfe des Zukaufs von Emissionsrechten über flexible Mechanismen erfolgen. (Anderl et al. 2022)

Es ist eine Reduktion von 8,6 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen im Vergleich zum Jahr 2005 erforderlich, um die Emissionshöchstmenge von 47,8 Mio. Tonnen CO₂-Emissionen im Jahr 2020 zu verwirklichen (Anderl et al. 2021).

4.2 Klima- und Energiepaket 2020

Das 2020-Paket stellt eine Serie von Gesetzen dar, um zu gewährleisten, dass die Klima- und Energieziele für das Jahr 2020 von der EU umgesetzt werden. (Website der Europäischen Kommission, 2023)

Dieses Paket umfasst drei Hauptaufgaben:

- 20% weniger Treibhausgasemissionen im Gegensatz zum Niveau von 1990

- Optimierung der Energieeffizienz um 20%
- 20% der in der EU benötigten Energie aus erneuerbarer Energie. (Website der Europäischen Kommission, 2023)

Die Staats- und Regierungschefs der EU haben im Jahr 2007 die Ziele aufgestellt. Im Jahr 2009 wurden sie rechtlich festgelegt. Die EU setzt in einigen Kategorien Maßnahmen, damit die Ziele umgesetzt werden können. (Website der Europäischen Kommission, 2023)

4.3 Klima- und energiepolitischer Rahmen bis 2030

Der Klima- und Energiepolitische Rahmen 2030 schließt sowohl politische Ziele als auch Ziele im europäischen Raum für die Zeitspanne 2021 bis 2030 ein. Die Kommission empfiehlt im September 2020, im Zuge des europäischen Grünen Deals, das Vorhaben zur Minimierung der Treibhausgasemissionen bis 2030, auf ein Minimum von 55% im Unterschied zum Jahr 1990 zu erhöhen. (Website der Europäischen Kommission, 2023)

Gemäß der „Klima- und Energiepolitik bis 2030“ der EU wird Österreich dazu aufgefordert, seine Treibhausgasemissionen ausschließlich des Emissionshandels bis 2030 um 36% zu verringern (Wiener Umweltanwaltschaft, 2018).

Außerdem wurde Österreich vom Übereinkommen von Paris als Teil der EU anerkannt. Österreich ist dazu angewiesen, einen akzeptablen Anteil zum Klimaschutz beizutragen, damit der Anstieg der weltweiten durchschnittlichen Temperatur, welche von Menschen hervorgerufen wurde, eindeutig unter 2°C bleibt, beziehungsweise am besten bei 1,5°C anhält. (Wiener Umweltanwaltschaft, 2018)

Derzeit stellt die Bundesregierung von 2020–2024 ein Programm auf, wodurch Österreich schon 2040 klimaneutral werden soll (Wiener Umweltanwaltschaft, 2018).

Im Jahr 2020 hat das Koalitionsabkommen in Wien gleichermaßen „Klimaneutralität bis 2040“ als Ziel für Wien beschlossen (Wiener Umweltanwaltschaft, 2018).

4.4 Internationale Klimapolitik

Der Klimawandel schreckt nicht vor nationalen Grenzen zurück. Wegen seiner Auswirkungen und seiner Ursachen stellt er ein globales Problem dar, das Lösungen auf internationaler Ebene und die Unterstützung sämtlicher Staaten benötigt. (Umweltbundesamt, 2023)

Die internationale Klimapolitik setzt sich damit auseinander, mit welchen Methoden effizienter Klimaschutz erzielt werden kann. Die Verminderung und Umgehung der Freisetzung von Treibhausgasen ist einer der wichtigsten Handlungen. Außerdem entwickeln Staatenvertreter auf internationaler Ebene Lösungsansätze, auf welche Weise der Klimawandel bekämpft werden kann und wie die nicht mehr abwendbaren Effekte gemeistert werden können. Die Internationale Kooperation zum Klimaschutz setzt sich zum Hauptziel, die Beeinträchtigung des Klimasystems, welche eine Bedrohung für Ökosysteme und Menschen darstellt, zu unterbinden. Die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) bildet das zentrale völkerrechtliche Vertragswerk zum internationalen Klimaschutz. (Umweltbundesamt, 2023)

4.5 Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC)

4.5.1 Entwicklungsgeschichte

Die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) wurde erstmals 1992 in Rio de Janeiro von 154 Staaten auf dem Weltgipfel für Umwelt und Entwicklung unterschrieben. Die multilaterale Übereinkunft erlangte 1994 ihre Gesetzeskraft. Derzeit haben die EU als Wirtschaftsorganisation auf regionaler Ebene und 196 Vertragsparteien die Klimarahmenkonvention anerkannt. Die internationale Staatengemeinschaft akzeptiert mit der Klimarahmenkonvention den Klimawandel auf der ganzen Welt als ernsthafte Problematik und willigt zum Handeln ein. (Umweltbundesamt, 2023)

4.5.2 Zielsetzung der Klimarahmenkonvention

Die Klimarahmenkonvention setzt sich zum Ziel, die Treibhausgasemissionen auf ein Niveau zu setzen, bei dem eine bedrohliche Beeinträchtigung des Klimasystems verhindert wird, der durch Menschen hervorgerufen wurde. Jenes soll sich in einem Zeitraum ereignen, bei dem es Ökosystemen möglich ist, auf naturgemäße Weise sich an die Veränderung des Klimas einzustellen (Artikel 2 UNFCCC). Hierbei müssen alle Staaten entsprechend ihrer verschiedenen, aber auch gemeinsamen Zuständigkeit und Kapazitäten einen Beitrag leisten. (Umweltbundesamt, 2023)

4.5.3 Organisation

Der Amtssitz des UNFCCC-Sekretariats befindet sich in Bonn. Jedes Jahr finden sich die Vertragsstaaten unter der Klimarahmenkonvention zu Besprechungen und Vertragsstaatenkonferenzen (Conference of the Parties, COP) ihrer fortwährenden Nebenorgane SBSTA (Subsidiary Body for Scientific and Techological Advice) und SBI (Subsidiary Body for Implementation) zusammen. (Umweltbundesamt, 2023)

Das Kyoto-Protokoll wurde 1997 vom Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) gegründet. Des Weiteren wird es für notwendig und unerlässlich angesehen, damit die erheblichen Schädigungen infolge der globalen Erwärmung bekämpft werden. (Lee & Keat & Abdul, 2012)

4.6 Kyoto Protokoll

Die internationale Staatengemeinschaft hat mit dem Kyoto Protokoll erstmalig eine rechtsverbindliche und absolute Begrenzung der Freisetzung von Treibhausgasen in einem völkerrechtlichen Vertrag beschlossen (Umweltbundesamt, 2023).

Das Kyoto-Protokoll erlangte im Februar 2005 Gesetzeskraft, dieses bestimmt die Grenzwerte für den Gehalt an Treibhausgasemissionen (THG), welche in die Atmosphäre entlassen werden können. Das Protokoll wurde von den gesamten Industrienationen, abgesehen von den USA anerkannt. Des Weiteren erzielten Japan, Kanada und die Europäische Union (EU) eine

Einigung bezüglich der spezifischen Grenzwerte für Treibhausgasemissionen. Trotz der Anerkennung des Protokolls durch China und Indien, wurde keine Übereinkunft hinsichtlich der signifikanten Grenzwerte für Treibhausgasemissionen getroffen. (Freedman & Jaggi, 2011)

Das Kyoto-Protokoll setzt sich zum Ziel, die Eindämmung des Klimawandels auf globaler Ebene anzustreben. Die Treibhausgasemissionen der Annex-I-Länder (entwickelte Länder) sollen um 5,2% reduziert werden. Hierbei wird das Jahr 1990 als Bezugswert in der ersten Verpflichtungsperiode von 2008–2012 herangezogen. (Lee & Keat & Abdul, 2012)

Die Europäische Union hat eingewilligt, ihre Emissionen in der Zeitspanne von 2008 bis 2021 um 8% zu reduzieren, im Vergleich zum Niveau von 1990. Im EU-internen Lastenteilungsverfahren wurde jenes Gesamtziel innerhalb der einstigen 15 EU-Mitgliedsstaaten aufgegliedert. Deutschland hat im Zuge dessen eingewilligt, in Summe 21% weniger klimaschädigende Treibhausgase zu verursachen. (Umweltbundesamt, 2023)

Die Treibhausgase, welche im Kyoto-Protokoll festgelegt sind, sind folgende: Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (H-FKW), Distickstoffoxid (N₂O), Schwefelhexafluorid (SF₆) und Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) (Umweltbundesamt, 2023).

4.7 Die Übereinkunft von Paris

Das Übereinkommen von Paris ordnet einen internationalen Rahmen zum Kampf gegen den Klimawandel an. Dieser besagt, dass die globale Erwärmung unter 2°C bleiben soll und die Temperaturerhöhung muss mittels Maßnahmen auf 1,5°C beschränkt werden. Des Weiteren gibt es eine Unterstützung der Länder bezüglich der Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels. (Webseite der Europäischen Kommission, 2023)

Das Übereinkommen von Paris stellt die erste rechtsverbindliche und umfangreiche globale Klimaschutzvereinbarung dar. Das Abkommen wurde im Dezember 2015 im Rahmen der Pariser Klimakonferenz (COP21) hergeleitet. Die EU sowie ihre Mitgliedstaaten gehören zu den beinahe 190 Vertragsparteien des Pariser Übereinkommens. Die Übereinkunft wurde am 5. Oktober 2016 von der EU offiziell legitimiert. Daraufhin konnte diese am 4. November 2016 ihre Gesetzeskraft erlangen. Minimum 55 Länder mussten ihre Ratifikationsurkunden hinterlegen, welche für zumindest 55% der internationalen Emissionen verantwortlich sind, erst dann konnte es seine Gültigkeit erlangen. (Webseite der Europäischen Kommission, 2023)

4.8 Glasgow climate change conference

Die COP 26 UN-Klimakonferenz wurde vom Vereinigten Königreich in Partnerschaft mit Italien abgehalten. Diese ereignete sich am 31. Oktober bis 12. November 2021 auf dem Scottish Event Campus (SEC) in Glasgow, Großbritannien. Die Nationen setzten auf der COP 26 den Glasgow-Klimapakt durch, der zum Ziel hat, die 2020er Jahre zu einem Jahrzehnt des Klimaschutzes zu machen, sodass die Zunahme der weltweiten Durchschnittstemperatur auf 1,5°C beschränkt werden kann. Das Beschlusspaket beinhaltet intensivere Bemühungen zur Eindämmung der Treibhausgasemissionen, zur Unterstützung der Widerstandsfähigkeit gegenüber der Klimaveränderung und zur Gewährleistung der notwendigen Finanzierung beider. (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2023)

Die Nationen kommen ihrer Pflicht nach, jedes Jahr 100 Milliarden Dollar von Industrieländern an die Entwicklungsländer zu verteilen. (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2023)

5. ZUKÜNFTIGE VORHERSAGEN FÜR UNSER ERNÄHRUNGSSYSTEM

5.1 Prognosen für das Jahr 2050

Der ehemalige US-Präsident Barack Obama verdeutlicht in einem Statement, dass nach Vorhersagen der Weltbank die Landwirtschaft sowie Landnutzungsänderungen bis 2050 für 70% aller Treibhausgasemissionen verantwortlich sein werden. Die Nahrungsmittelproduktion verzeichnet einen permanenten Anstieg der Treibhausgasemissionen, nebenbei wird die Weltbevölkerung bis Mitte dieses Jahrhunderts auf 9 Milliarden Menschen anwachsen. Momentan steht die Landwirtschaft in Bezug auf den Klimawandel vor Schwierigkeiten. Grundnahrungsmittel, welche wichtige Erträge liefern, werden vermutlich um 20% sinken. Obwohl es zu einem kurzfristigen Gewinn kommt, bewirken der Verlust der Biodiversität, Abholzung, Wasserverbrauch und die Bodendegradation, dass immer weniger Anbaufläche auf der Erde zur Verfügung stehen. Zudem steigt die Nachfrage nach Nahrungsmitteln stetig an. Außerdem wird davon ausgegangen, dass die Weltbevölkerung in den nächsten 30 Jahren um 20% ansteigen wird. Unsere gegenwärtige Nahrungsmittelversorgung ist bedroht, weil schon 40% der Landfläche der Welt von der Agrarwirtschaft genutzt wird. Jeder ist dafür verantwortlich, sich für eine nachhaltige Landwirtschaft einzusetzen. Das Ziel wird von der Weltbevölkerung zurzeit noch nicht umgesetzt. (Eaternity Institut, 2023)

Jeder hat die Möglichkeit, die Emissionen, die im Kontext mit Lebensmitteln stehen mittels richtiger Ernährungsentscheidungen, um zumindest 50% zu verringern. Diese Entscheidung trägt zu einer größeren Reduktion bei als alle technischen Fortschritte. Mit Hilfe einer saisonalen, regionalen und kompetenten Wahl an Nahrungsmitteln lassen sich die klimatischen Einflüsse um mehr als 50% verringern. Wenn Menschen mehr auf die Auswahl ihrer Lebensmittel achten, wäre damit der erste Schritt in Richtung nachhaltigere Zukunft getan. Hierbei können die Treibhausgasemissionen verringert werden und das Ziel, einer maximalen globalen Erwärmung von 2°C, welches im Pariser Klimaabkommen beschlossen wurde, könnte umgesetzt werden. (Eaternity Institut, 2023)

5.2 Weltweite Änderungen des Klimas bis zum Jahr 2100

Klimamodelle, welche auf bestimmte Annahmen basieren, finden Verwendung für die Berechnung von bevorstehenden Klimaentwicklungen. Diese Modelle sind umfassende Computerprogramme. Die Annahmen werden zu Treibhausgasszenarien formuliert. (Umweltbundesamt, 2023) Diese veranschaulichen die Unterschiede zwischen Szenarien mit niedrigeren und höheren Emissionen, also sogenannten höheren und niedrigeren Szenarien (IPCC, 2007).

Abhängig von den bevorstehenden Treibhausgasemissionen, wird bis zum Jahr 2100 ein durchschnittlicher weltweiter Temperaturanstieg zwischen 1,6 und 4,7°C im Vergleich zu den Jahren 1850-1900 erwartet (IPCC, 2023). Ein derartiger Temperaturanstieg wäre eine größere Änderung als sämtliche der vergangenen Jahrhunderte beobachteten natürlichen Temperaturänderungen. Diese ereignet sich mit einer solch hohen Geschwindigkeit, wie es in den vergangen 10.000 Jahren nicht zu sehen war. Eine Erwärmung um 0,2°C pro Jahrzehnt ist für die bevorstehenden 30 Jahren anzunehmen, wenn die Treibhausgasemissionen nicht reduziert werden. Sogar wenn sich die Treibhausgaskonzentrationen bis zum Jahr 2100 stabilisieren, kommt es dennoch zu einer Klimaveränderung und zu einem Anstieg des Meeresspiegels, welche sich weit über das 21. Jahrhundert hinaus erstrecken. Der Meeresspiegel zeigt eine verzögerte Reaktion auf die Klimaveränderung aufgrund der großen Wärmekapazität der Meere. Sobald die Veränderungen eingesetzt haben, dauern diese einige Jahrhunderte an. (Umweltbundesamt, 2023) Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts wird eine Erhöhung des Meeresspiegels zwischen 18 und 19 Zentimetern für ein niedriges Szenario angenommen und ein Bereich zwischen 26 und 59 Zentimetern für ein höheres Szenario im Gegensatz zu den Jahren 1980 bis 1999 (IPCC, 2023).

5.3 Veränderung des Klimas in Europa bis zum Jahr 2100

Mittels Berechnungen wurden folgende Szenarien zur Veränderung des Klimas schlussgefolgert:

- Die Temperatur erhöht sich um 1,0 bis 5,5°C von 1990 bis Ende des 21. Jahrhunderts. Im nördlichen und östlichen Europa im Winter, im Südwesten Europas sowie dem Mittelmeerraum im Sommer ist die Temperaturveränderung besonders drastisch. (EEA, 2023)
- Auf der Iberischen Halbinsel als auch in manchen Teilen Frankreichs kann die Temperaturerhöhung beim „schlimmsten“ Szenario über sechs Grad Celsius hinausgehen. (EEA, 2023)
- Generell steigen jedes Jahr die Niederschläge in Nordeuropa und in südlichen Europa sinken sie. Speziell im Winter wird eine Zunahme der Niederschläge für Mittel- und Nordeuropa vorhergesagt, wohingegen für einige Bereiche Europas trockenere Sommer prognostiziert werden. (Umweltbundesamt, 2023)
- Es kommt zu einer größeren Anzahl an Hitzewellen, die auch länger andauern und im stärkeren Ausmaß ausfallen. Die frostigen Kältetage im Winter reduzieren sich weiter. Mitteleuropa inklusive der Ostküste der Adria und Südgriechenland, der Alpenraum sowie die Iberische Halbinsel werden durch hohe Temperaturen sehr stark beeinträchtigt werden. (Umweltbundesamt, 2023)
- Intensive Niederschlagsereignisse steigern sich im ganzen europäischen Raum und Dürreperioden vermehren sich sowohl in der Dauer als auch in der Häufigkeit im südlichen Europa. (Umweltbundesamt, 2023)

Im Großen und Ganzen werden besonders im südeuropäischen Raum negative Effekte vorhergesagt, welche aufgrund des Klimawandels auftreten. Vorwiegend in mediterranen Raum werden Waldbrände, Wassermangel und fortschreitende Wüstenbildung ansteigen. (Umweltbundesamt, 2023)

6. METHODEN ZUR CO₂-BERECHNUNG

6.1 Der ökologische Fußabdruck

William Rees und Mathis Wackernagel aus der British Columbia Universität haben den ökologischen Fußabdruck Anfang der 90er Jahre erfunden (Meinhold, 2011). Inzwischen hat er sich zu einem wichtigen Indikator für ein auf der ganzen Welt bewährtes Instrument zur Beurteilung von Nachhaltigkeit entwickelt (Ewing et al. 2010a). Politische Entscheidungsträger aber auch Nichtregierungsorganisationen benutzen den ökologischen Fußabdruck für die Messung einer nachhaltigen Ressourcenverwendung (Ewing et al. 2010a).

6.1.1 Begriffsbestimmung

Der ökologische Fußabdruck eines Menschen, eines Landes oder der kompletten Weltbevölkerung stellt den Flächenanspruch dar, welcher aufgrund des Verbrauchs und der Lebensweise benötigt wird. Zur Ermittlung des Indikators wird die Anzahl der biologisch produktiven Land- und Wasserflächen herangezogen, welche notwendig sind, um die gesamten Rohstoffe herzustellen, welche der Mensch für Konsum, Mobilität, Ernährung, Energie und einiges mehr aufbraucht, wie auch den Müll zu absorbieren, der sich hierbei bildet. (Meinhold, 2011) Die daraus resultierende Fläche wird dann mit der wirklichen zur Verfügung stehenden „nutzbaren Naturfläche“ der Welt gleichgesetzt (Ewing et al. 2010a).

6.1.2 Maßeinheit

Der ökologische Fußabdruck wird in globalen Hektar (gha) angeführt. Dieses Maß bezieht sich auf die durchschnittliche biologische Produktivität der ganzen Welt (Wackernagel & Kitzes 2008). Der globale Hektar bezieht beispielsweise die verschiedene Fruchtbarkeit von Böden ein und schafft es so unterschiedliche Länder oder Regionen auf der ganzen Welt zu vergleichen (Meinhold, 2011).

6.1.3 Berechnung

Für die Berechnung des ökologischen Fußabdrucks werden generell sechs Flächenkategorien unterschieden. Dazu zählen Weideland, Ackerland, Waldfläche, Wasserfläche, Energie/CO₂-Fläche und Siedlungsfläche. Die unterschiedlichen Rohstoffe und Güter, die wir für unsere Lebensweise brauchen, können diesen Kategorien zugeordnet werden. (Meinhold, 2011)

6.1.4 Globaler ökologischer Fußabdruck

Weltweit betrug der durchschnittliche ökologische Fußabdruck 2,77 globale Hektar pro Person (12 Milliarden insgesamt). Die durchschnittliche Biokapazität (Die Versorgung mit natürlichen Ressourcen) macht 1,60 globale Hektar aus. Daraus ergibt sich ein globales Defizit von 1,17 globalen Hektar pro Person. Die Biokapazitäten und der ökologische Fußabdruck sind von Land zu Land sehr unterschiedlich. Es gibt verschiedene Faktoren, von denen der ökologische Fußabdruck und die Biokapazität eines Landes abhängen. Hierzu zählen Bevölkerungsgröße, Umweltpolitik und Geografie. Gemessen am ökologischen Fußabdruck zählen Dänemark, Luxemburg und die Schweiz zu den umweltfreundlichsten Ländern. Die Informationen bezüglich der Länder beruhen auf Daten von 1961 bis 2013 aus den National Footprint Accounts des Global Footprint Network. (World Population Review, 2023)

In Österreich beträgt der ökologische Fußabdruck einer Person durchschnittlich 5,3 globale Hektar (gha) (Federal Ministry Republic of Austria, 2023).

Die Untersuchung des ökologischen Fußabdrucks hat in den vergangenen Jahren viel Beachtung bekommen, da er ein wesentliches Element bei der Umsetzung von Maßnahmen im Zusammenhang mit dem Klimawandel und der globalen Erwärmung ist. Die Menschheit verbraucht derzeit ein Äquivalent von 1,75 Planeten, damit die Abfälle verwertet und die erforderlichen Ressourcen bereitgestellt werden können. Daraus folgt, dass der Planet ein Jahr und acht Monate benötigt, damit sich das erholt, was in einem Jahr verbraucht wird. Das demonstriert, dass mehr ökologische Leistungen und Ressourcen verwendet werden, als die Natur wiederherstellen kann. (Zambrano-Monserrate et al. 2020)

Demgegenüber sind trotz der erwähnten Weiterentwicklungen etliche Kritikpunkte zum Konzept des ökologischen Fußabdrucks vorhanden, die in engen Kontext mit den grundlegenden Eigenschaften des Indikators stehen (Giljum et al. 2007):

- Beispielsweise der Umstand, dass unterschiedliche Umweltkategorien wie etwa die Verwendung erneuerbarer Rohstoffe, Land- und Energieverbrauch als auch CO₂-Emissionen durch viele Rechenfaktoren oftmals in nicht genügend transparenter Form in einen hochaggregierten Indikator aufgerechnet werden. (Giljum et al. 2007)
- Die Tatsache, dass der ökologische Fußabdruck sich bei dieser Verrechnung auf die Dimension „Fläche“ beruft, aber die konstruierte Einheit wie „Globaler Hektar“ benützt, welche sich von der realen Flächennutzung herleitet. (Giljum et al. 2007)
- Des Weiteren berücksichtigt der Fußabdruck die bedeutende Dimension nicht-erneuerbarer Ressourcen nur auf indirekte Weise. (Giljum et al. 2007)
- Sowohl Kernenergie als auch der CO₂-Fußabdruck werden mit dem identischen Verfahren in Flächen umgerechnet. Diesbezüglich wird die Menge an Energie aus Nuklearenergie in Flächen für CO₂-Absorption umgestellt, welche erforderlich wäre, würde es zu einer Gewinnung derselben Menge an Energie aus fossilen Energieträgern kommen. Demnach stellt dies ein Kritikpunkt dar, weil Kernenergie oftmals als CO₂-ärmer betrachtet wird, im Vergleich zu fossiler Energie. (Giljum et al. 2007)

6.2 Carbon Footprint

Der Carbon Footprint (CF) ist ein Konzept zur Berechnung der Menge an Treibhausgasemissionen, welche mit einem Unternehmen (Corporate Carbon Footprint, CCF) oder mit dem Lebenszyklus einer Aktivität oder eines Produkts (Product Carbon Footprint, PCF) in Verbindung stehen. Hierbei wird der Beitrag zum Klimawandel bestimmt (Fullana et al. 2008; Balaguera et al. 2018).

Der CF schließt sowohl CO₂-Emissionen als auch andere Treibhausgase ein, die zur globalen Erwärmung beitragen. Die einzelnen Ergebnisse jedes Treibhausgases werden in CO₂-Äquivalente umgerechnet. (Balaguera et al. 2018) Anders gesagt, der PCF stellt eine eingeschränkte Version des Life Cycle Assessment (LCA) dar (Baitz et al. 2013; Bala et al. 2010).

Die Annahmen hinter dem CO₂-Fußabdruck und die Methoden zur Berechnung stehen in der Kritik. Der Fußabdruck kann eine intensive Produktion nicht berücksichtigen, daher sind Vergleiche zur Biokapazität fehlerhaft. Wenn man nur den Fußabdruck annimmt, könnte man argumentieren, dass die Erde eine stark erhöhte Produktion aufrechterhalten kann, obwohl es

wichtige Einschränkungen gibt, die der Fußabdruck nicht ansprechen kann, wie z. B. Landverödung. (Ranjan & Rathi, 2014)

Das Problem mit dem Konzept des CO₂-Fußabdrucks besteht darin, dass es von Notsituationen dominiert wird, da über 50% des Fußabdrucks der meisten Nationen mit hohem und mittlerem Einkommen auf die Menge an Land zurückzuführen ist, die zur Bindung von Treibhausgasen erforderlich ist. Während eine erhebliche Reduktion der Treibhausgasproduktion erforderlich ist, ist es aus ökologischer Sicht nicht klar, dass alle von der Menschheit produzierten Treibhausgase abgesondert oder beseitigt werden müssen. (Roza, 2008)

Der CO₂-Fußabdruck erfasst eines der wichtigsten Themen der Nachhaltigkeit, die Devastierung, nicht. Einmal degradiertes Land kann nie mehr mit der gleichen Effizienz genutzt werden. Land zu verschmutzen und dann auf ein anderes Land zu ziehen, stellt eindeutig ein wichtiges Nachhaltigkeitsproblem dar. (Ranjan & Rathi, 2014) Je nach Nutzung ist ein großer Flächenfußabdruck nachhaltiger als ein kleiner (Bishop, 2008). Der ökologische Fußabdruck ist ein statisches Konzept und kann dieses Problem nicht lösen (Yarrow, 2008).

Neben den hier angeführten Tools sind inzwischen im Internet zahlreiche CO₂-, Emissions- und Klimarechner vorhanden. All diese Programme helfen dabei BenutzerInnen einen größeren Einblick in ihren CO₂-Fußabdruck zu erhalten und so auf die Problematik von THG-Emissionen und Klimawandel aufmerksam zu machen. Diese Personen können auch dazu animiert werden, ihr persönliches Verhalten zu ändern und mehr auf eine klimafreundliche Lebensweise zu achten.

6.3 Life Cycle Assessment

Die Lebenszyklusanalyse, auch bekannt als Life Cycle Assessment (LCA), ist eine „Zusammenstellung und Bewertung der Inputs, Outputs und der potenziellen Umweltauswirkungen eines Produktsystems während seines gesamten Lebenszyklus“ (ISO, 2006d). Diese Methode untersucht und beschreibt die Ressourcen, welche an einem untersuchten System eingebunden sind, sowie die Emissionen und Abfälle, die sich aus seinem Lebenszyklus ergeben. Nämlich von der Gewinnung des Rohstoffs bis hin zu Abfallmanagementtätigkeiten. Die Ökobilanz ist eine analytische Methode, beachtet mehrere potenzielle Umweltauswirkungen eines Produkts oder einer Dienstleistung hinsichtlich des

gesamten Lebenszyklus oder bestimmter analysierter Phasen und geht einem wiederholenden, schrittweisen Verfahren nach. (Balaguera et al. 2018)

Die Ökobilanz verzeichnet ihre Anfänge in den 1960er Jahren. Im Jahr 1969 wurde eine interne Studie für The Coca Cola Company gestartet, welche den Grundstein legte für heutige Methoden der Lebenszyklus-Inventaranalyse in den USA. (Satpute et al. 2013)

Internationale Institutionen wie die Europäische Kommission und dem Umweltprogramm der Vereinten Nationen empfehlen die Methode der Life Cycle Assessment (LCA). Hierbei soll die Politikgestaltung für Nachhaltigkeit durch die quantitative Bewertung der Umweltauswirkungen während des gesamten Lebenszyklus eines Produkts unterstützt werden. Die Normenreihe 14040 der International Organization for Standardization (ISO) hält die Standardpraxis für Ökobilanzen fest. (Cucurachi et al. 2019) ISO (International Organization for Standardization) stellt eine weltweite private Organisation dar, welche nationale Einrichtungen aus Industrie- und Entwicklungsländern umfasst, deren Ziel es ist, eine breite Palette von Produkten und Aktivitäten zu standardisieren (Satpute et al. 2013). Die Ökobilanz umfasst vier iterative Phasen, dazu gehören die Ziel- und Umfangsdefinition, Bestandsanalyse, Folgenabschätzung und Interpretation (Cucurachi et al. 2019).

6.4 Eaternity

Eaternity ist ein Verein, welcher an einer Lösung der Lebensmittelindustrie arbeitet, um den ökologischen Fußabdruck explizit und sinnvoll zu messen und somit das Wohlergehen der Menschen, des Planeten und des Profits zu realisieren. Die Geschichte von Eaternity begann im Jahr 2008 und wurde im Jahr 2014 öffentlich. Der Sitz dieser Organisation liegt in Zürich, der Schweiz. Das Ziel von Eaternity liegt darin in jedem Restaurant und auf jedem Lebensmittelmarkt eine umweltschonende und verantwortungsvolle Vielfalt an Lebensmitteln zu offerieren. (Eaternity Institut, 2023)

Eaternity steht zu der Überzeugung, dass klimaschädigende Treibhausgase auf die Hälfte reduziert werden können. Das heißt, dass pro Person eine Tonne CO₂ pro Jahr gespart werden kann. Wenn man das mit einer Autofahrt gleichsetzt, ist das in etwa eine Fahrt vom Nord Kap in Norwegen bis nach Lissabon in Portugal. (Eaternity Institut, 2023)

Eaternity stellt eine umfassende Umweltbilanz-Lebensmittel-Datenbank dar. Mit Hilfe der Lebenszyklusanalyse (LCA) wird die Umweltbilanz von Lebensmitteln berechnet. Diese

Datenbank stellt momentan die umfangreichste und ausführlichste Datenbank zur Bestimmung von Lebensmittelprodukten und Menüs dar. Sie beinhaltet verschiedene Parameter zu Produktion, Verarbeitung, Verpackung, Konservierung und Gewächshausproduktion sowie über 550 Zutaten. Die Berechnungen, welche von Eaternity durchgeführt werden, umfassen alle Prozesse der gesamten Produktionskette. (Eaternity Institut, 2023)

WissenschaftlerInnen der Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaft (ZHAW), der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETH Zürich), der Universität Zürich (UZH), dem Forschungsinstitut für biologische Landwirtschaft (FiBL), und Quantis sind an der Eaternity Datenbank beteiligt. Um die Nahrungsmittelindustrie bei nachhaltigen Entscheidungen zu unterstützen, wurden eine Reihe von Indikatoren entwickelt, wie den CO₂-Fußabdruck, Landnutzungsänderungen, Gesundheit, Saisonabhängigkeit, gute Behandlung von Tieren und den Wasser-Fußabdruck. Die Außer-Haus Verpflegung spielt in der heutigen Zeit eine wichtige Rolle und somit trägt die Nahrungsmittelindustrie eine entscheidende Rolle zu einer nachhaltigen Landwirtschaft und öffentlichen Gesundheit bei. Die Datenbank stellt KöchInnen Instrumente bereit, ihr Restaurant auf mögliche Umweltauswirkungen zu prüfen, zu verfolgen und zu verringern. (Eaternity Institut, 2023)

Die 3-Sterne-Bewertung bezieht sich auf alle Nahrungsmittelprodukte. Sie stellt ein faires Verfahren für alle HerstellerInnen dar, da die Größe der Portionen auf Basis eines Vergleichs mit mehr als 100.000 anderen Nahrungsmittelprodukten einbezogen wird. Lebensmittel mit einer 3-Sterne-Rating stellen eine allgemeine Orientierungshilfe für eine nachhaltige Lebensmittelauswahl bereit. (Eaternity Institut, 2023)

6.4.1 Eaternity App

Eaternity hat ein Konzept zur Bestimmung von CO₂-Werten entwickelt. Die Software erlaubt Restaurants die automatische Berechnung der CO₂-Emissionen ihrer Menüs und Speisen. Eaternity bietet somit die Möglichkeit Mahlzeiten zu verbessern, um ein umweltfreundlicheres Niveau zu erreichen. Die Web App ist frei zugänglich und jeder kann einen Einblick in die persönlichen CO₂-Emissionsdaten erhalten. Infolgedessen fällt der Gastronomiebranche eine wichtige Rolle hinzu, dem Ganzen eine neue Richtung zu geben. Die Eaternity App behandelt die Aspekte Rentabilität, Nachhaltigkeit, Gesundheit und Klimawirkung einer Mahlzeit. Aus den Daten werden Merkmale wie Verarbeitungsmethoden

und Ursprung entnommen, hier ist eine manuelle Änderung nicht nötig. Wenn mit der Arbeit begonnen wird, ist es ausreichend anfänglich nur den Namen der Speise einzutippen. Wenn das Lebensmittel ausgewählt wurde, kann dieses hinsichtlich Hersteller, Herkunftsland, Transport, Herstellung, Konservierung, Verarbeitung und Verpackung bearbeitet werden. Für die Kategorie Transport stehen die Möglichkeiten Boden oder Luft zur Auswahl, bei der Kategorie Herstellung kann zwischen Standard, Gewächshaus, Bio, Fair-trade, Bauernhof, Wildfang oder nachhaltige Fischerei gewählt werden. Unter den Begriff Konservierung wird zwischen frisch, tiefgefroren, getrocknet, konserviert, in der Dose und abgekocht unterschieden. Die Verarbeitung bietet die Auswahlmöglichkeiten roh, ohne Knochen, mit Knochen, gehäutet, ohne Kopf, filetiert, geschnitten, gekocht und geschält. Zu guter Letzt kann man bezüglich der Verpackung, zwischen Plastik, Papier, PET, Blech, Aluminium, Glas, Karton Tetra Pak und keiner Verpackung variieren. (Eaternity Institut, 2023)

Eaternity bedient sich verschiedener Scores, um zu zeigen, wie klimafreundlich die jeweilige Mahlzeit ist. Für jeden Score gibt es eine Bewertung von 1 bis 5, diese wird in Form von Tropfen, Wolken, Herzen, etc. dargestellt. (Eaternity Institut, 2023)

Mit Hilfe des Klima Score kann der CO₂-Fußabdruck eines Lebensmittels berechnet werden. Speisen, welche mindestens 50% weniger CO₂-Emissionen als ein durchschnittliches Menü enthalten, werden mit den Climate Score Award ausgezeichnet. Eine umweltschonende Kost erhält somit eine Bewertung mit 5 von 5 Wolken. Je klimaschädlicher eine Kost ist, desto weniger Wolken erhält sie. 1 Wolke bedeutet zum Beispiel, Teil der schlechtesten 10% und 3 Wolken entspricht schlechter als der Durchschnitt. (Eaternity Institut, 2023)

6.4.2 Gesundheitsscore

Der Gesundheitsscore ist ein weiterer Punkt im Bewertungssystem von Eaternity, dieser wird als Gesundheitsindikator für Lebensmittel beschrieben, da er auf wissenschaftlichen Erkenntnissen beruht. Aktuell bedient sich der Score 8 nicht überlappenden Ernährungsfaktoren, darunter Obst, Gemüse, Nüsse und Samen, Vollkorngetreide, Milch, Salz, rotes Fleisch und verarbeitetes Fleisch. Der Health Score stellt eine Vorgehensweise für die Einhaltung einer „Ernährung mit minimalem Risiko“ dar. Des Weiteren ermittelt er inwieweit die empfohlene Energie einer Speise eingehalten wird. Der Gesundheitsscore wird denjenigen Lebensmitteln vergeben, welche mindestens 20% weniger ernährungsbedingte Risikofaktoren

als alle beobachteten Speisen vorweisen. Diese Mahlzeiten werden mit 5 von 5 Herzen bewertet. (Eaternity Institut, 2023)

6.4.3 Nährwertlabel

Des Weiteren kann eine eigenständige Analyse zur Bestimmung des Nährstoffgehaltes eines Produkts oder einer Speise durchgeführt werden. So lässt sich einfach feststellen, ob die Nährstoffempfehlungen umgesetzt werden. Um den alltäglichen Bedarf an Energie zu decken, untersucht das Nährwertlabel für eine jeweilige Person und Portion, inwiefern das Essen einer ausgewogenen Ernährung entspricht. Die empfohlene tägliche Energiezufuhr liegt bei 2000 kcal, eine durchschnittliche warme Speise sollte ungefähr ein Drittel davon betragen. Wenn Nährstoffe diesen Bereich überschreiten, führt dies zu einer klaren Markierung und dadurch wird eine Verbesserung des Nährstoffgehaltes der jeweiligen Speise erreicht. (Eaternity Institut, 2023)

Das Nährwertlabel steht für die Beurteilung des Nährstoffgehaltes von Mahlzeiten zur Verfügung. Eine 3-Sterne-Ernährungsbewertung bekommen ausgewogene Mahlzeiten, welche einen guten Energiegehalt vorweisen. Der Gesamtenergiewert liegt bei solchen Speisen zwischen 450 und 850 kcal, zu 5-14% der Kalorien aus Eiweiß und zu 20-35% aus Fett. (Eaternity Institut, 2023)

6.4.4 Wasser-Fußabdruck

Die Eaternity App umfasst neben dem Wasser Fußabdruck, eine Bewertung für den Tierschutz und den Regenwald. Mit Hilfe dieses Indikatorsystem lässt sich leicht eine klimafreundliche Speise kochen. Beim Eaternity Wasser-Fußabdruck geht es darum, dass dieser den Wasserstress eines Ortes als wichtigen Faktor für die Anzahl des verbrauchten Frischwassers berücksichtigt. Unter Wasserstress wird die Menge an Wasser verstanden, welche an diesem Ort verwendet wird. Diese steht im Gegensatz zu der Wassermenge, welche auf natürliche Weise vorkommt, verursacht durch Niederschläge und Regen. Eaternity stellt Informationen über den Wasserknappheit-Fußabdruck für ein Gericht und dessen Zutaten bereit. Dieser Fußabdruck ist abhängig vom Süßwasser-Fußabdruck der Ware in der jeweiligen Region und der Wasserknappheit der Umgebung. Dargestellt wird dies in Form von Wassertropfen, die 5

Tropfen informieren darüber, wie gut die Gerichte von anderen abweichen. Außerdem gibt es den Wasser-Fußabdruck Award. Dieser wird vergeben, wenn eine Mahlzeit im Rahmen der Verminderung des durchschnittlichen Fußabdrucks der Wasserknappheit, um die 50% liegt. Ausgedrückt in Tropfen, kommt dies einer Summe von mindestens 2 bis 5 Tropfen gleich. (Eaternity Institut, 2023)

6.4.5 Regenwald Score

Des Weiteren gibt es den Regenwald Score, welcher für Lebensmittel vergeben wird, welche nicht eine Abholzung zur Folge haben. Dabei handelt es sich um Erzeugnisse, welche nicht aus Soja- oder Palmöl bestehen oder eben ein zertifiziertes Produkt darstellen. Obendrein wird auch nicht zertifiziertes Soja aus einer unkritischen Umgebung akzeptiert. Beispielsweise stellt Soja aus Europa eine gute Alternative dar und bekommt das 3-Sterne-Rating. Die Tierprodukte werden nach der Art des für die Fütterung verwendeten Sojas beschrieben und beurteilt, aufgrund der Tatsache, dass 75% des ganzen Sojas als tierisches Futtermittel verwendet wird. Ein 3-Sterne Regenwald-Score wird dann für eine Speise vergeben, wenn die zutreffende Mahlzeit gar kein Palm- oder Sojaöl aufweist oder wenn zumindest ein Produkt nachhaltiges Palm- oder Sojaöl beinhaltet. (Eaternity Institut, 2023)

6.4.5.1 Regenwald

Tropische Wälder bedecken bloß 5% der Landfläche der Erde, dennoch speichern sie eine enorme Anzahl an Kohlenstoff und beheimaten 2/3 der gesamten landlebenden Arten. Sie haben eine Auswirkung auf globale und lokale Klima- und Wettermuster und versorgen die Menschen mit Süßwasser. Die Hauptgründe für die Rodung des tropischen Regenwaldes sind der Platzbedarf für Weidevieh, die Holzherstellung und die Erzeugung von Palmöl und Soja (beziehungsweise Futtermittelproduktion generell). Dies führt zu einem großen Schwund an biologischer Vielfalt. (Eaternity Institut, 2023)

6.4.6 Tierwohl Score

Ein weiterer Score ist der Tierwohl Score. Es lässt sich sagen, dass die Lebensqualität von Tieren, welche zur Milch-, Fleisch- oder Eierproduktion herangezogen werden, stark voneinander abweichen in Abhängigkeit von den verschiedenen landwirtschaftlichen Systemen. Die 3-Sterne Bewertung für die Betreuung von Tieren wird Lebensmitteln zugesprochen, welche wenigstens ein tierisches Produkt wie beispielsweise Ei, Milch oder Fleisch enthalten. Ebenfalls erhalten Produkte eine 3-Sterne Bewertung, die mit einem Etikett zertifiziert sind, das eine anerkannte Praxis darstellt, welche sich für den Einsatz des Tierschutzes auszeichnet. Den 3-Sterne Tierschutz Score wird Gerichten zugesprochen mit keinem tierischen Produkt oder mit einer guten Tierbehandlung. (Eaternity Institut, 2023)

Die Lebensqualität von Tieren, welche als Milch-, Eier-, und Fleischlieferanten dienen, differenzieren sich erheblich zwischen den unterschiedlichen landwirtschaftlichen Praktiken. Einige LandwirtInnen entscheiden sich dazu, dass sie zu einer Optimierung des Tierwohls beitragen, indem sie für einen größeren Areal, Optionen fürs Pflücken und Graben sowie natürliche Nahrung sorgen. Labels stellen sicher, dass die Tiere anhand bestimmter Mindestforderungen heranwachsen. (Eaternity Institut, 2023)

6.4.7 Saison Score & Lokaltäts-Score

Darüber hinaus gibt es den Saison-Score und den Lokaltätsscore. Den 3-Sterne-Saison-Score beziehen Gerichte, welche nur wenig Emissionen aus Gewächshäusern verursachen. Hingegen wird der 3-Sterne Lokaltätsscore denjenigen Menüs vergeben, die im Mittel nicht mehr als 200 km erreichen. (Eaternity Institut, 2023)

Die Scores werden aufgrund der Einkaufsdaten und Menu-Kompositionen individuell für jede Küche berechnet und sind daher vergleichbar zwischen verschiedenen Restaurants, Kantinen und Menüs. Unter anderem funktioniert das, weil mit der sogenannten "Daily Food Unit" gerechnet wird. Des Weiteren werden die Portionengrößen auf ihren Beitrag zum Tagesbedarf normiert. Die Scores sind sowohl auf große als auch auf kleine Betriebe anwendbar und vergleichbar bzw. akkurat. (Eaternity, 2023)

Der Eaternity Score ist für Fertigprodukte im Lebensmittelgeschäft und die Eaternity Gastro ist für Restaurants, Kantinen und Betriebsgastronomen. Die Methodik und die

Nachhaltigkeitsfaktoren sind bei beiden Produkten grundsätzlich gleich. Bei den Scores kann genauer evaluiert werden, da hier dem ganzen Produktlebenszyklus auf den Grund gegangen werden kann. Bei der Gastro kann dies nicht immer erfolgen, weil die Zutaten/LieferantInnen usw. sich ständig ändern und die Information rasch verfügbar sein muss. (Eaternity, 2023)

6.4.8 Einschätzung der Datenqualität verschiedener Warengruppen in der CO₂-Datenbank von Eaternity

Im Folgenden wird näher auf die Qualität der Daten der wichtigsten Produktgruppen in der CO₂-Datenbank von Eaternity eingegangen.

6.4.8.1 Gemüse und Früchte

Die Einträge für den Großteil der Gemüse- und Früchtesorten in der Eaternity-Datenbank zeichnet sich durch ihre hohe Datenqualität aus und basiert auf der ecoinvent Datenbank. Die Datenbank benutzt für wichtige Gemüsesorten, Resultate aus dem ZHAW-Gewächshaustool, welche verschiedene Herstellungsbedingungen in Zusammenhang von Jahreszeit und Anbauland beachtet. Für die ein oder andere Gemüsesorte gibt es keine Werte zu den CO₂-Emissionen aus der Literatur. Aufgrund der Tatsache, dass beim Großteil der Gemüsesorten geringe CO₂-Werte vorhanden sind, ist es vertretbar zu diesen Punkt Annahmen in Abhängigkeit von anderen Gemüsesorten zu treffen. (Stucki, 2015)

6.4.8.2 Fleisch-Produkte

Die Daten bezüglich Rind, Schweine-, Kalb-, Lamm-, Pferde und Hühnerfleischerzeugnisse waren zum Zeitpunkt des Reviews von Stucki (2015) von durchschnittlicher Qualität, obgleich diese Nahrungsmittel mit ziemlich hohen Treibhausgasemissionen einhergehen. Deshalb wurden im Zuge des Carbon Food Print-Projekts neue schweizspezifische Modelle bezüglich Kalb-, Rind-, und Pferdefleisch entwickelt. Die Daten zum Thema Hühner-, Schwein und Lammfleisch wurden auf einen neueren Erkenntnisstand gebracht. Nun kommen die Aufzeichnungen zu den Fleischprodukten einer guten Datenqualität gleich. (Stucki, 2015)

6.4.8.3 Milcherzeugnisse

Es wurde ein neues Modell für Milcherzeugnisse aus Schweizer Herstellung im Zuge des Carbon Food Print-Projekts entwickelt. Somit sind die Einträge dauerhaft modelliert und besitzen eine entsprechende Datenqualität. (Stucki, 2015)

6.4.8.4 Fisch und Meeresfrüchte

Die Aufzeichnungen zu den unterschiedlichen Fischarten und Meeresfrüchten beruhen auf verschiedenste Literaturquellen mit unterschiedlicher Datenqualität. Hierbei liegt ein Fokus für künftige Optimierungen und der Vereinheitlichung der CO₂-Modelle. (Stucki, 2015)

6.4.8.5 Gewürze

Für den Großteil der Gewürze sind nur grobe Abschätzungen zum CO₂-Wert vorhanden. Als Folge dessen ist die Datenunsicherheit groß. Wegen der gering benutzten Mengen ist es trotzdem vertretbar mit ungenauen Daten zu arbeiten. (Stucki, 2015)

6.4.8.6 Verarbeitete Lebensmittel

Zum Thema verarbeitete Lebensmittel, wie zum Beispiel Convenience Food, Gebäck, Saucen, Getränke, Pasta etc. waren zum Zeitpunkt des Reviews von Stucki (2015) nur unvollständige Daten vorhanden. In einzelnen Fällen konnte der CO₂-Wert basierend auf der Produktzusammenstellung ermittelt werden. Für verarbeitete Produkte besteht dementsprechend Verbesserungspotential. Neue Modelle wurden 2015/2016 umgesetzt. Für Gebäck, Bouillon und Schokolade wurde dies längst durchgeführt. (Stucki, 2015)

6.4.8.7 Pflanzenöle

Die Daten bezüglich Pflanzenöls waren zum Zeitpunkt des Reviews von Stucki (2015) von geringer bis durchschnittlicher Qualität. Es wurden deshalb für Olivenöle neue Modelle entwickelt und für andere Pflanzenöle wurde auf die ecoinvent Datenbank als eine bessere

Datenquelle zugegriffen. Nüsse und Nussöle hingegen sollten bezüglich der Datenqualität überarbeitet werden. (Stucki, 2015)

6.5 Ecoinvent Datenbank

Die ecoinvent-Datenbank stellt eine Life Cycle Inventory (LCI)-Datenbank dar, welche unterschiedliche Formate von Nachhaltigkeitsbewertungen unterstützt. Diese Datenbank bietet den Benutzern die Gelegenheit, einen tieferen Einblick in die Umweltauswirkungen ihrer Erzeugnisse und Dienstleistungen zu bekommen. Es wird auch als Repositorium bezeichnet, welches eine breite Palette von Sektoren auf lokaler und regionaler Ebene umfasst. Des Weiteren beinhaltet die ecoinvent-Datenbank mehr als 18.000 Aktivitäten. Jene werden als "Datensätze" dargestellt und bilden Prozesse und Tätigkeiten des Menschen ab. Es schließt Informationen zu landwirtschaftlichen oder industriellen Vorgängen ein, und misst Emissionen, welche in die Luft, ins Wasser und in den Boden freigelassen werden. Zudem ermitteln ecoinvent-Datensätze die natürlichen Ressourcen, die der Natur entnommen werden, die Erzeugnisse, welche aus anderen Vorgängen wie zum Beispiel Elektrizität gebraucht werden, sowie Produkte, Nebenprodukte und Müll, die erzeugt werden. Außerdem schließt die ecoinvent-Datenbank etwa 18.000 verlässliche Lebenszyklusinventardatensätze ein, diese decken viele Sektoren ab. Hierzu zählen Land- und Forstwirtschaft, Chemie und Kunststoffe, Forstwirtschaft und Holz, Energie, Textilien, Metalle, Bauindustrie, Verkehr, Abfallversorgung und Wiederverwertung, Beherbergungsbetriebe wie auch Wasserbereitstellung. (Ecoinvent, 2023)

6.6 Die Klima Teller App

Mit Hilfe von der Klima Teller App können die CO₂-Emissionen der Mahlzeiten ganz leicht und schnell auf dem Tablet oder Desktop ermittelt werden. Die Zutaten sowie deren Mengen werden angeführt und in Echtzeit werden die Informationen bereitgestellt, welche Anzahl an Emissionen das Gericht verursacht. Die Klima Teller App ist mit Eaternity eine Kooperation eingegangen und somit lassen sich die Berechnungen aufgrund dieser wissenschaftlich fundierten Datenbank herleiten. Zurzeit stellt Eaternity die umfassendste Datenbank auf der ganzen Welt dar. (Klimateller 2023)

Konzipiert wurde die Klima Teller App in einem Verbundprojekt von Greentable e.V. und NAHhaft e.V. in Zusammenarbeit mit Eaternity. Das Projekt wurde im Zuge der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) mit Hilfe des Bundesministeriums für Naturschutz, Umwelt und nukleare Sicherheit unterstützt. (Klimateller 2023)

6.7 Ein guter Tag hat 100 Punkte

Die App „Ein guter Tag hat 100 Punkte“ ist ein Instrument zur Unterstützung einer bewussten Handhabung mit der eigenen Lebensweise und dem eigenen Wohlbefinden. Des Weiteren kann die App dabei helfen, die Lebensgewohnheiten bezüglich Ernährung, Verbrauch und Beweglichkeit in ein Verhältnis zu setzen und somit einen zufriedenstellenden Lebensstandard zu ermöglichen. Das tägliche „Budget“ beträgt 100 Punkte. Diese Anzahl ist noch verträglich. Personen die mehr als 100 Punkte verbrauchen, leben auf den Kosten der zukünftigen Generation oder Personen in anderen Regionen der Welt. (Ein guter Tag hat 100 Punkte, 2023)

Ein guter Tag hat 100 Punkte unterstützt Menschen dabei sich zu motivieren und ihre Lebensweise zu verbessern. Außerdem führt es einem vor, wo es Verbesserungsmöglichkeiten an seinem Lebensstil gibt und gegebenenfalls diese auch zu ändern. Ebenso demonstriert die App, wo die Politik noch umweltfreundlichere Bedingungen schaffen könnte. (Ein guter Tag hat 100 Punkte, 2023)

Wie wir uns ernähren, heizen, wohnen aber auch unser Konsum, Mobilität und Stromverbrauch rufen auf direkte oder indirekte Weise Klimagase hervor. All dies wird anhand von CO₂-Äquivalenten berechnet. Der Ausstoß klimaschädlicher Gase stellt einen optimalen Indikator für die Umweltauswirkungen unserer Lebensweise auf längere Zeit dar. Der Wert CO₂-Äquivalente ist ideal, um die negativen Auswirkungen unserer Lebensweise ersichtlich zu machen und somit ein bewussteres Handeln zu bewirken. Jede Person dürfte täglich in etwa 6,8 kg CO₂-Äquivalente emittieren, um unser Klima und Umwelt in Balance zu halten. Umgerechnet stellt dies die besagten 100 Punkte dar, welche ein jeder täglich zur Verfügung hat. (Ein guter Tag hat 100 Punkte, 2023)

Ein natürlicher Kreislauf bindet ebenfalls häufig klimawirksame Emissionen. Es liegt somit ein Maß des Ausstoßes vor, welches für alle Menschen auf der Welt akzeptabel ist. Die Frage ist, wie groß ist dieser Wert? Für die Schätzung wurde ein Wert von ca. 2,5 Tonnen CO₂-Äquivalente pro Person und Jahr bedacht. Viele Organisationen halten diese Zahl für sinnvoll,

damit die Klimaerwärmung nicht die Grenze von 2°C übersteigt. Hierbei wird hingegen nur ein moderates Bevölkerungswachstum angenommen. Auf lange Sicht wird davon ausgegangen, dass diese Zahl von 2,5 Tonnen auf eine Tonne pro Person und Jahr verringert werden muss. (Ein guter Tag hat 100 Punkte, 2023)

7. KLIMARELEVANTE FAKTOREN FÜR LEBENSMITTEL

Einer Metastudie von Quantis (Quantis, 2020) zufolge, werden etwa 28–34% der gesamten Treibhausgasemissionen weltweit mit der Ernährung in Verbindung gebracht. 24% ergeben sich aufgrund der Landwirtschaft, einschließlich der Auswirkungen der Landnutzung wie zum Beispiel Abholzung des Regenwaldes. Zusätzliche 5-10% entstehen infolge der übrigen Wertschöpfungskette, Zubereitung und Abfallbehandlung sind miteinbezogen. Im landwirtschaftlichen Bereich ist die Tierhaltung für 60% der Klimafolgen verantwortlich (Quantis, 2020). Die Bedeutung von Verpackungen wird häufig überbewertet, der große Effekt von beheizten Gewächshäusern oder Einkaufsfahrten wird hingegen als nicht so wichtig erachtet. (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI, 2020)

Der Carbon Footprint für Gemüse, Obst und Brot beträgt gewöhnlich etwa 0,2-2,0 kg CO₂-Äquivalente, je Kilogramm Hühner- und Schweinefleisch werden 5–10 kg CO₂-Äquivalente gebildet und je Kilogramm Rindfleisch entstehen ca. 20–30 kg CO₂-Äquivalente (denkstatt, 2020). Auf der ganzen Welt geraten ca. 1/3 der hergestellten Nahrungsmittel in Verlust, wird dies vermieden, dann kann der Klimafußabdruck um 5 bis 10% verkleinert werden. (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI, 2020)

Im folgenden Kapitel werden einige klimarelevante Faktoren näher erläutert, welche auch im Zuge der Eaternity Auswertung eine Rolle gespielt haben. Dazu zählen die Faktoren Herstellung, Transport und Verpackung.

7.1 Emissionen infolge von Herstellung

Ein Großteil der agrarischen Rohstoffe durchläuft vor dem Verbrauch einer Veredelung. Die meisten Stoffe werden gekühlt, zubereitet, mit anderen Produkten zusammengeführt, getrocknet, vorgekocht, verpackt, gefroren oder gebraten. Zudem entstehen im Großen und Ganzen lange Transportstrecken inmitten dieser Prozesse. (WWF, 2012)

Bei allen wird Energie eingesetzt, die größtenteils aus Erdgas, Kohle oder Erdöl kommt. In erster Linie bilden sich bei diesen Prozessen CO₂-Emissionen, welche der THG-Bilanz der Nahrungsmittelherstellung zugewiesen sind. Pommes Frites bestehend aus geschnittenen, geschälten, frittierten, verpackten und tiefgefrorenen Kartoffeln stellen sehr komplex veredelte

Rohprodukte dar, weil sie mehr CO₂-Emissionen verursachen als zum Beispiel frisches Obst und Gemüse, das schon im Voraus gesäubert wurde oder auch überwiegend unverarbeitetes Fleisch vom Metzger in der näheren Umgebung. Entlang der Wertschöpfungskette gibt es noch weitere Faktoren wie Verpackung, Lagerung und Transport, die bei der Zuordnung von den spezifischen THG-Emissionen zu berücksichtigen sind. (WWF, 2012)

Die Lagerung von Lebensmitteln spielt ebenfalls eine wichtige Rolle, da dazu viel Energie verwendet wird. Die Art und Dauer einer Lagerung tragen maßgeblich zur spezifischen THG-Bilanz bei. Beispielsweise führt eine Konservierung für länger haltbares Obst oder Gemüse zu einem größeren CO₂-Ausstoß. (WWF, 2012)

7.2 Umweltfolgen von Verpackungen und verpackten Nahrungsmitteln im Vergleich

Unverpackte Lebensmittel landen kaum noch bei den VerbraucherInnen. Entsprechend der Verpackungsart ergeben sich entweder mehr oder weniger hohe Emissionen. Glas- oder Kunststoffverpackungen im Einwegformat sind im Vergleich zu Papier „reicher“ an Treibhausgasemissionen (Nieberg, 2009). Nichtsdestotrotz ist zu beachten, dass eine vernünftige und zugleich aufwendige Verpackung, die Verderblichkeit von Lebensmitteln reduziert und als Folge dessen auch den Nahrungsmittelverlust. Auf diese Weise werden unnötige Emissionen umgangen, welche aufgrund der Nahrungsmittelherstellung entstehen und das Lebensmittel jedoch im Müll landet. (WWF, 2012)

Verpackungen verursachen ca. 1,5-2,0% des Klimafußabdrucks europäischer KonsumentInnen (Hertwich & Peters, 2009; denkstatt 2011), Nahrungsmittelverpackungen hingegen verursachen etwa 0,7% (denkstatt, 2020). Aufgrund dessen ist der Klimafußabdruck des verpackten Nahrungsmittels hinsichtlich Produktion und Distribution durchschnittlich ca. 30-mal höher im Vergleich zum Carbon Footprint der Verpackung (denkstatt, 2020). In anderen Worten: ca. 3,0–3,5% der Klimawirkungen verpackter Lebensmittel werden im Mittel durch Verpackungen hervorgerufen. Das heißt: Wenn aufgrund der Schutzrolle von Verpackungen durchschnittlich mehr als 3,5% Nahrungsmittelabfälle verhindert werden, hat sich demnach die Verpackungsverwendung hinsichtlich des Klimaschutzes gelohnt. (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI, 2020)

Im Durchschnitt werden nur etwa 3,0-3,5% der Klimawirkung verpackter Lebensmittel durch den Verpackungsprozess selbst verursacht. Mitunter kann dieser Anteil viel größer ausfallen, beispielsweise bei Portionen welche kleiner sind oder sehr schweren Verpackungen. Verpackungen, welche nicht unbedingt für den Produktschutz oder anderen Notwendigkeiten erforderlich sind und wenn das Auslassen der Verpackung nicht in einen Anstieg des Lebensmittelabfalls resultiert, sollen unterbunden werden. (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI, 2020)

Aufgrund der Schutzfunktion leisten Verpackungen einen Beitrag dazu, dass Nahrungsmittelabfälle minimiert werden. Wenn dies passiert, ist der Umweltnutzen durch die Abfallvermeidung in der Regel 5- bis 10-mal größer als der Umweltaufwand für die Verpackung. Bei Nahrungsmitteln, die einen großen Produktionsaufwand vorweisen wie beispielsweise Käse oder Fisch, lohnt sich Produktschutz sehr. (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI, 2020)

Nachhaltige Verpackungskonzepte können ein bisschen kostenaufwendiger sein, dennoch werden die Mehrkosten durch weniger Abfälle ausgeglichen (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI, 2020).

Optimierte Verpackungen, welche das verpackte Produkt mehr schützen, tragen oftmals zur Verlängerung der Mindesthaltbarkeit bei. Dies hilft dabei, die Abfallmenge zu reduzieren. Im Durchschnitt reduziert sich die Abfallrate im Handel um ca. 40%, wenn das Mindesthaltbarkeitsdatum verdoppelt wird. Eine Verdreifachung würde zu einer 80% geringeren Abfallrate führen. Zukünftig sollte daher ein Wert auf Fallbeispiele in Richtung dieses Thema gelegt werden. (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI 2020)

7.3 Transport von Lebensmitteln

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Transport von Nahrungsmitteln. Der Verbrauch von Schmier- und Treibstoffen durch den Warentransport wirkt auch am hohen Ausstoß von Klimagasen mit, vor allem CO₂ (Kramer et al. 1998). Der Transport durch ein Flugzeug erzeugt eine wesentlich größere Anzahl an Emissionen als die Beförderung mit dem LKW. Dieser Transport ist hingegen klimaschädlicher als die Bahn. Des Weiteren wird dieser von der Schifffahrt, speziell von der Hochseeschifffahrt unterboten. (WWF, 2012)

Die Art des Transportes und die Entfernung sind somit entscheidend (WWF, 2012). Es ist sehr wohl möglich, dass Lebensmittel, welche effizient transportiert werden, aber längere Strecken hinter sich bringen, eine geringere Anzahl an Treibhausgasemissionen hervorrufen als regionale Lebensmittel, die in einem aufwendigeren Verfahren wie zum Beispiel die Kühlung hergestellt werden und lange gelagert werden (Garnett, 2008).

Lange Transportstrecken, welche per LKW oder Flugzeug zurückgelegt werden, benötigen einiges an Energie und tragen so zum Klimawandel bei. Grundsätzlich führen regionale Lebensmittel zu einer geringeren Beanspruchung des Klimas, sofern effiziente Transfermittel genutzt werden. Ein größeres Problem stellen Lebensmittel dar, welche mit dem Flugzeug transportiert werden. Gewöhnlich ist nur schwer zu beurteilen, welches Transportmittel für den Import der Lebensmittel verwendet wurde. Hingegen kann durch den Kauf regionaler Ware wie frisches Obst und Gemüse in der jeweiligen Saison, Flugware gemieden werden und somit das Klima geschont werden. (Nachhaltig-sein.info, 2023)

Einige Lebensmittel, welche schnell verderben oder frisch sind, kommen auch über einen Lufttransport von nicht europäischen Ländern nach Deutschland. Deren Anteil am Lebensmittelangebot liegt zwar mit unter 1% sehr niedrig, jedoch sind die CO₂-Emissionen, welche durch den Lufttransport hervorgerufen werden, weitaus höher, weil diese 10-16% aller durch Lebensmitteltransporte gebildeten Treibhausgase ausmachen. Beispielsweise verursacht ein Transport per Luft pro Kilometer Strecke etwa 170-mal mehr Emissionen als der Transport durch ein Schiff. (Nachhaltig-sein.info, 2023)

Am meisten importiert per Flugzeug wird Fisch, gefolgt von Gemüse, Obst und Fleisch (Verbraucherzentrale, 2021). Diese Flugware muss nicht gekennzeichnet werden und deshalb ist es meist nicht möglich sie zu identifizieren (Verband für Unabhängige Gesundheitsberatung, 2023).

FrISChe Lebensmittel wie zum Beispiel Gemüse aus Ost- und Westafrika, Erdbeeren aus Ägypten oder Israel, Fisch aus Sri Lanka, Malediven oder aus afrikanischen Ländern, oder Mangos und Guaven aus Thailand, Brasilien und Pakistan werden wahrscheinlich mit dem Flugzeug transportiert. (Verbraucherzentrale, 2021)

In Deutschland machen Lebensmittel, welche aus Übersee importiert werden, zwei Drittel des Transportaufwands aller verzehrten Lebensmittel aus. Im Vergleich zu heimischen Produkten wird hierbei wesentlich mehr Primärenergie in Form von Benzin genutzt und bedeutend mehr Schadstoffe erzeugt. Zwei Wissenschaftlerinnen vom Institut für Ernährungswissenschaft der

Universität Gießen konnten das mithilfe umfassenderer Berechnungen feststellen. 87% der Lebensmittel, welche von der Bevölkerung in Deutschland konsumiert werden, werden auch dort hergestellt. Weitere 4% stammen aus Übersee und 9% der Lebensmittel aus anderen europäischen Ländern. Importe aus Übersee machen aufgrund der langen Distanzen knapp 70% der von allen Lebensmitteln bewältigten Kilometer aus. (Verband für Unabhängige Gesundheitsberatung, 2023)

Importe aus Europa, welche nach Deutschland transportiert werden, kommen mit 8% Verkehrsleistung besser weg. Lebensmittel aus Übersee werden überwiegend auf „weniger klimaschädlichere“ Weise mit dem Schiff transportiert, dennoch stoßen diese 11-mal so viel Kohlendioxid (CO₂) und 28-mal mehr Schwefeldioxid im Gegensatz zu heimischen Produkten aus. Des Weiteren verbrauchen sie etwa 11-mal mehr Primärenergie. In anderen Worten: Für jedes Kilogramm Gemüse aus Übersee könnte man 11 kg innerhalb Deutschlands befördern. Verglichen mit dem Flugzeugtransport sind es etwa 90 kg. Lebensmittel, welche aus dem europäischen Raum importiert werden, führen zu einer zwei- bis dreimal größeren Umweltbelastung als regionale Lebensmittel. Diese Ziffern verdeutlichen, dass bei Lebensmitteltransporten die Möglichkeit besteht, große Mengen an CO₂ und Energie zu sparen. Angenommen Deutschland würde nur Lebensmittel wie zum Beispiel Tee, Bananen oder Kaffee importieren, welche infolge der Klimabedingungen nicht wachsen, dann könnten über 22% CO₂-Emissionen gespart werden. Darüber hinaus könnten weitere 16% weniger CO₂ ausgestoßen werden, wenn die Hälfte des Lebensmitteltransports im deutschsprachigen Raum von der Straße auf die Schiene verschoben wird. Schlussendlich leisten VerbraucherInnen einen erheblichen Beitrag zur Reduktion des Ausstoßes klimaschädlicher Gase, wenn sie größtenteils regionale Lebensmittel kaufen. (Verband für Unabhängige Gesundheitsberatung, 2023)

Die globalen Emissionen durch den Lebensmitteltransport betragen etwa 3,0 Gt CO₂-Äquivalente. Dies entspricht 19% der gesamten Emissionen des globalen Ernährungssystems (Transport, Produktion und Landnutzungsänderungen) oder fast 30% der Emissionen des Ernährungssystems (Transport und Produktion). WissenschaftlerInnen haben in einer Studie, welche vor kurzem im Nature food veröffentlicht wurde, herausgefunden, dass die Emissionen von sogenannten „food miles“ 3,5- bis 7,5-mal höher sind als frühere Schätzungen zufolge. Es wurden Daten aus 74 Ländern und Regionen untersucht, woher die Lebensmittel kamen, wohin sie gingen und wie sie von einem Ort zum nächsten transportiert wurden. (Li et al. 2022)

Des Weiteren wurde festgestellt, dass der weltweite Güterverkehr im Zusammenhang mit dem Verzehr von Gemüse und Obst zu etwa 36% der Emissionen von Lebensmittelmeilen beiträgt, was die Emissionen, die während der Produktion von Obst und Gemüse freigesetzt werden, fast verdoppelt. Lebensmittelprodukte, welche in großen Tonnagen transportiert werden wie beispielsweise Obst, Gemüse, Mehl, Getreide, oder Zuckerrüben/Zuckerrohr und/oder Produkte, welche einen temperaturkontrollierten Transport erfordern wie Milchprodukte, machen den Großteil der gesamten Lebensmittelmeilen bei Emissionen aus. Insbesondere im Bereich des Transports von Gemüse und Obst steigen die produktionsbedingten Emissionen um das Doppelte, nämlich von 0,5 Gt CO₂-Äquivalente auf insgesamt 1,1 Gt CO₂-Äquivalente. Das liegt hauptsächlich an der Notwendigkeit die Lebensmittel in einer temperaturkontrollierten Umgebung zu transportieren und wegen ihrer hohen Masse mit 3,3 Gt. (Li et al. 2022)

93% des internationalen Lebensmitteltransports sind auf den Seeverkehr und 94% des Inlandstransports auf den Straßengüterverkehr angewiesen. Jene modale Emissionskoeffizienten variieren erheblich. Die Emissionen des inländischen Lebensmitteltransports übersteigen die des internationalen Lebensmitteltransports um das 1,3-fache. Inländische „food-miles“ und deren Emissionen stehen in positiver Korrelation mit den jeweiligen Gebieten und Bevölkerungen der Länder. Indien, China, die Vereinigten Staaten und Russland stellen die vier größten Emittenten dar, insgesamt entfallen auf diese vier Länder, 64% der globalen inländischen Lebensmittelemissionsmeilen. Im Gegensatz dazu hängen internationale „food-miles“ oft von der Entfernung und der Masse der Importe von bestimmten Handelspartnern ab. Infolgedessen unterscheiden sich die internationalen „food-miles“ und Emissionen pro Kopf im Vergleich zu den inländischen Lebensmittelkilometern und Emissionen pro Kopf erheblich für die jeweilige Region. Regionen mit hohem Einkommen, dazu zählen Europa, Ozeanien und Nordamerika, erreichen pro Kopf Lebensmittelmeilen und Emissionen, die 2,7- bis 2,8-mal so hoch sind wie in anderen größeren Regionen. (Li et al. 2022)

Länder mit hohem Einkommen machen nur etwa 12,5% der Weltbevölkerung aus, sind jedoch mit 52% bzw. 46% der Emissionen an den internationalen Lebensmittelmeilen verbunden. Im Vergleich dazu verursachen Niedrigeinkommensländer mit etwa der Hälfte der Weltbevölkerung nur 12% bzw. 20% der internationalen Lebensmittelkilometer und Emissionen. (Li et al. 2022) Das bedeutet, dass die Reduzierung von „food miles“ nicht unbedingt die Ernährungssicherheit gefährden würde, insbesondere wenn ein Großteil dieser

Reduzierungen in der wohlhabenden Welt erfolgen wie beispielsweise durch steuerliche Maßnahmen wie CO₂-Preise und Einfuhrzölle (Cornwell, 1996; Creedy & Sleeman, 2005).

Eine Umstellung auf lokal hergestellte Lebensmittel, wäre ein Ansatz zur Reduzierung der Emissionen von Lebensmittelmeilen. Indem importierte Lebensmittel nachhaltiger produziert oder ohne Kühllagerung transportiert werden, können die Umweltvorteile einer lokalen Versorgung mit Lebensmitteln ausgeglichen werden. (Li et al. 2022) Um die Umweltauswirkungen des Ernährungssystems zu mindern, schließen WissenschaftlerInnen daraus, dass eine Ernährungsumstellung also die Förderung pflanzlicher Lebensmittel und die Reduzierung des Konsums tierischer Produkte zumindest mit einer Umstellung auf mehr lokale Produktion in Ländern mit hohem Einkommen gekoppelt werden muss (IFPRI, 2019; Pradhan et al. 2014).

Der Einfluss langer Einkaufsfahrten ist ebenfalls bedeutsam, falls die Entfernung zum Geschäft dividiert durch die gekaufte Anzahl in Kilogramm etwa „1“ ergibt wie zum Beispiel 5 km Hinfahrt und 5 kg gekauft. Hier kann somit in Abhängigkeit von den gekauften Artikeln, der Klimaeffekt der Einkaufsfahrt allein wenigstens halb so groß sein, wie der ganze Carbon Footprint der Nahrungsmittelherstellung und die Verteilung bis zum Geschäft. (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI, 2020)

Regionale Äpfel verursachen einen kleineren Klimafußabdruck als Äpfel aus Übersee, da der Aufwand einer gekühlten Lagerung kleiner ist als der des Transportes (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI, 2020).

Kopfsalat, welcher aus Spanien transportiert wird, ruft weniger Treibhausgasemissionen hervor als ein regionaler Kopfsalat, welcher aus einem beheizten Gewächshaus stammt. Das beste Ergebnis erzielen regionale winterharte Salatsorten. (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI, 2020)

Ware, die lange transportiert und im unreifen Zustand geerntet wird, merkt man beim Essen. Durch den Kauf regionaler Lebensmittel wird die heimische Ökonomie gefördert. Würde man nur die Lebensmittel hernehmen, welche aufgrund von klimatischen Faktoren nicht wachsen können, könnte man mehr als 22% der Treibhausgase einsparen. (Klimateller, 2020)

7.4 Pflanzliche und tierische Ernährung im Vergleich

Die Weltbevölkerung hat sich im letzten Jahrhundert vervierfacht. Das demografische Wachstum und das damit verbundene Wirtschaftswachstum haben die weltweite Nahrungsmittelnachfrage gesteigert und Ernährungsumstellungen hervorgerufen, wie z.B. den erhöhten Verzehr von tierischen Produkten. (Xu et al. 2021) Um die steigende Nahrungsmittelnachfrage zu decken, gehen die Vereinten Nationen davon aus, dass die Nahrungsmittelproduktion aus Pflanzen und Tieren bis 2050 um 70% gegenüber dem Jahr 2009 steigen (FAO, 2019). Der Lebensmittelsektor in Verbindung mit Landwirtschaft und Landnutzung ist ein wichtiger Knotenpunkt für Treibhausgasemissionen. (Xu et al. 2021)

7.4.1 THG-Emissionen aus der pflanzlichen Lebensmittelproduktion

Die produktionsbasierten THG-Emissionen aus pflanzlichen Lebensmitteln belaufen sich auf 5.064 ± 1.489 Tg CO₂-Emissionen/Jahr, dies entspricht 29% (19% CO₂, 6% CH₄ und 4% N₂O) der gesamten THG-Emissionen. Ackerland stellt den größten von allen Teilsektoren pflanzlicher Emissionen dar und trägt somit etwa 12% zur Gesamtmenge bei. Hierbei ergibt sich eine Zusammensetzung aus 6% CH₄, 4% N₂O und 2% CO₂. Der Reisanbau stellt das treibhausgasintensivste Getreide unter allen pflanzlichen Lebensmitteln dar und erzeugt die Ackerland CH₄-Emissionen. (Xu et al. 2021)

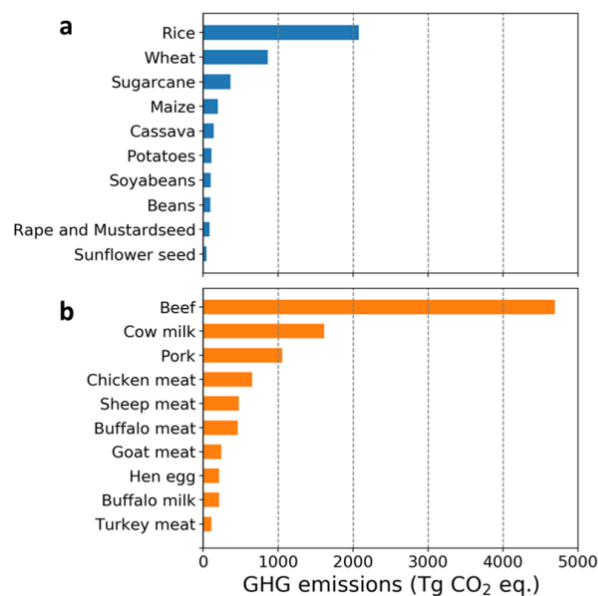
Die landwirtschaftlichen Emissionen N₂O und CO₂ tragen wesentlich zu Mais- und Weizenemissionen bei. Unter allen 171 Feldfrüchten hat Weizen die größte Erntefläche, des Weiteren ist es das zweithäufigste treibhausgasintensivste pflanzliche Erzeugnis, hauptsächlich aufgrund seiner landwirtschaftlichen Emissionen (2%). (Xu et al. 2021)

7.4.2 THG-Emissionen aus der tierischen Lebensmittelproduktion

THG-Emissionen, die aus der Produktion tierischer Lebensmittel stammen, betragen 9.884 ± 887 Tg CO₂-Emissionen/Jahr, dies entspricht 58% (32% CO₂, 20% CH₄ und 6% N₂O) der gesamten THG-Emissionen. Ackerland für tierische Lebensmittel, welches Futter herstellt, macht 22% der Gesamtemissionen aus. Mais, Weizen und Sojabohnen gehören zu den wichtigsten Futterpflanzen. Ein weiterer vorherrschender Begriff für tierische

Lebensmittelemissionen ist der Viehbestand (21%), dieser beinhaltet 3% aus der Düngewirtschaftung und 18% CH₄-Emissionen aus der enterischen Fermentation von Wiederkäuern. Ackerland und Viehbestand stellen die größten Hauptbestandteile der Emissionen aus der Kuhmilch- und Rindfleischproduktion dar. Diese beiden Wirtschaftsgüter bilden den Großteil (10% und 27%) der gesamten THG-Emissionen tierischer Lebensmittel. (Xu et al. 2021)

Abbildung 3: Treibhausgasemissionen tierischer und pflanzlicher Lebensmittel mod. nach [Xu et al. 2021]



Personen, welche sich hauptsächlich pflanzlich ernähren (beispielsweise Getreide, Gemüse, Kartoffeln und Hülsenfrüchte) und weniger tierische Produkte verzehren, wirken auf positive Weise am Klimaschutz mit. Tierische Produkte wie Fleisch, Fisch und Milchprodukte verursachen den größten Anteil an Treibhausgasemissionen (44%). Pflanzliche Lebensmittel hingegen 8%. Dies ist darauf zurückzuführen, dass Wiederkäuer während der Verdauung von Kraftfutter große Mengen an dem Treibhausgas Methan freisetzen. Darüber hinaus wird für den Import und für die Herstellung des Kraftfutters sehr viel Energie eingesetzt. (Klimateller, 2023)

ForscherInnen der University of Oxford fanden heraus, dass der Verzicht auf Fleisch und Milchprodukte den CO₂-Fußabdruck einer Person um bis zu 73% reduzieren kann. Die Studie, welche im Wissenschaftsjournal Science veröffentlicht wurde, ist eine der bisher umfassendsten Analysen zu den negativen Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt.

Hierbei wurden Daten von fast 40.000 landwirtschaftlichen Betrieben in 119 Ländern untersucht. Die ForscherInnen analysierten insgesamt 40 landwirtschaftliche Produkte, diese machen 90% des weltweiten Kalorien- und Proteinverbrauchs aus. Die Auswirkungen dieser Lebensmittel wurden vom Erzeuger bis zum Verbraucher genau untersucht. Kriterien wie Treibhausgasemissionen, Landnutzung, Süßwasserverbrauch sowie Wasser- und Luftverschmutzung wurden in die Bewertung miteinbezogen. (Poore & Nemecek, 2018)

Die Ergebnisse zeigen, dass die Umweltauswirkungen tierischer Produkte, die von pflanzlichen Produkten deutlich übersteigen. Während die globale Fleisch- und Milchproduktion für 58% der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen verantwortlich ist, machen die Produkte selbst nur 37% des Proteins und 18% der Kalorien in der Ernährung aus. (Poore & Nemecek, 2018)

Rinder, welche auf natürlichen Weiden aufgezogen wurden, verbrauchten 50-mal weniger Land als Rinder, die auf abgeholztem Land gehalten wurden. Würden weltweit alle Menschen auf Fleischprodukte verzichten, könnte die weltweit landwirtschaftlich genutzte Fläche um rund 75% reduziert werden, dies entspräche der Größe der USA, Chinas, Australiens und der EU zusammen. Eine solche Reduzierung würde zu einem deutlichen Rückgang der Treibhausgasemissionen führen. Eine vegane Ernährungsweise bietet somit die beste Möglichkeit, den ökologischen Fußabdruck eines Menschen zu verringern. (Poore & Nemecek, 2018)

7.5 Bio-Lebensmittel im Vergleich zu konventionellen Lebensmitteln

Die ökologische Landwirtschaft weist eine bessere Klimabilanz auf. Mittels humusreicher Böden, welche mehr CO₂ binden, betriebseigene oder regionale Futterherstellung, eine flächengebundene Tierhaltung sowie das Meiden von chemisch-synthetischen Düngemitteln lassen sich jede Menge Treibhausgasemissionen vermeiden. Zutaten welche auf ökologische Weise hergestellt werden, werden durch das Bio-Siegel gekennzeichnet. (Klimateller, 2023)

Die Supermarktkette Hofer hat die Forschungseinrichtung für biologischen Landbau in Österreich beauftragt eine Studie zum Thema Klimabilanz von konventionellen und biologischen Nahrungsmitteln umzusetzen. Die Analyse zum Klimaeinfluss beinhaltet die primären Treibhausgasemissionen Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O). Jene vier Emissionen werden als CO₂-Äquivalente (CO₂eq) zusammengefasst. Bei dieser

Bilanzierung wurde die ganze Wertschöpfungskette von der Landwirtschaft mit ihren Vorarbeiten bis hin zum Regal in der Supermarktfiliale einbezogen. Des Weiteren wurde auch die Erzeugung von Futtermittel, Saatgut, Dünger, Verarbeitung, Verpackung, Transport und Lagerung beachtet. Die Produkte aus dem Supermarkt wurden gegenübergestellt und es konnte festgestellt werden, dass in der Kategorie Verarbeitung, Verpackung, Transport und Lagerung häufig keine CO₂-Unterschiede zwischen Bio-Erzeugnissen und herkömmlichen Erzeugnissen vorhanden sind. Zum ersten Mal wurde nicht nur die CO₂-Bindung durch den Humusaufbau im Boden, sondern auch die CO₂-Emissionen durch die Tropenwaldvernichtung in Südamerika aufgrund des Sojaanbau in dieser Studie einkalkuliert. Die Produkte Milch, Brot, Gemüse als auch Geflügelfleisch und Eier wurden hierbei analysiert. Untersucht wurden die drei Produktionsvarianten Bio-Linie „Zurück zum Ursprung“, Bio-EU-Standard und Herkömmliche konventionelle Lebensmittel. (Lindendthal, 2010)

Das zentrale Ergebnis dieser Studie ist, dass die gesamten analysierten Bio-Produkte sowohl pro Hektar als auch pro Kilogramm Lebensmittel weniger Treibhausgasemissionen (CO₂eq) hervorrufen als herkömmliche Lebensmittel. Bei den Milchprodukten wurden 10 bis 21% weniger CO₂eq/kg Milch beziehungsweise Milchprodukt festgestellt. Weizenbrot weist 23 bis 26% weniger CO₂eq/kg Brot vor. Andere Brote und Gebäcke verursachen 17 bis 45% weniger CO₂eq/kg Brot beziehungsweise Gebäck. Die Kategorie Freiland-Gemüse bewirkt 10 bis 35% weniger CO₂eq/kg Gemüse. Geflügelfleisch emittiert 50% weniger CO₂eq/kg Fleisch. (Lindendthal, 2010)

Ein Kilogramm Bio-Trinkmilch aus mittelintensiven Tallagen ruft um circa 15% weniger Emissionen als herkömmliche Milch hervor. Grund dafür ist größtenteils das Auslassen von südamerikanischer Soja im Bio-Kraftfutter. 5 bis 8% aller Transportvarianten haben nur einen sehr kleinen Anteil an allen CO₂-Emissionen. (Lindendthal, 2010)

Die Herstellung von ein Kilogramm Bio-Weizenbrot führt zu 23% bis 25% weniger Treibhausgasemissionen als die von einem Kilogramm herkömmlichen Brot. Bio-Brot weist eine gute CO₂-Bilanz vor, dies lässt sich aufgrund des Verzichtes von Stickstoff-Mineraldünger schlussfolgern. Landwirtschaft und Bäckerei verursachen die größte Anzahl an CO₂-Emissionen. Der Anteil des Transfers macht bei Brot weniger als 10% aus. Sobald das Gebäck nicht tiefgefroren, sondern aufgebacken wird, bewirkt dies bis zu 45% weniger CO₂-Äquivalente. (Lindendthal, 2010)

Bio-Zwiebel erzeugen je Kilogramm um circa 15% weniger CO₂-Äquivalente als konventioneller Zwiebel. Der Zwiebelanbau verursacht im Allgemeinen wenig

Treibhausgasemissionen, die Transportemissionen haben somit den größten Anteil an den gesamten Emissionen je Kilogramm Zwiebel. Der Bio-Landbau im Bereich der Landwirtschaft führt zu circa 40% weniger Treibhausgasemissionen im Vergleich zur konventionellen Erzeugung. (Lindendthal, 2010)

Aufgrund einer Ressourcen schonenden Herstellungsweise, erzielen Bio-Produkte eine bessere Klimabilanz am landwirtschaftlichen Betrieb. (Lindendthal, 2010)

Die Vermeidung von leichtlöslichem Stickstoff(N)-Mineraldünger trägt grundlegend zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen bei, weil zur Erzeugung der N-Dünger erhebliche Mengen an Erdöl und Erdgas gebraucht werden. Außerdem ruft die Verwendung von Mineraldünger größere Lachgas (N_2O)-Emissionen als organische Dünger hervor. (Lindendthal, 2010)

Bio-Ackerböden weisen höhere Humusgehalte auf und binden somit im Gegensatz zu konventionell bewirtschafteten Böden erheblich größere Mengen an CO_2 . Jenes wurde schon mehrfach wissenschaftlich bestätigt. Eine Analyse aus Bayern, welche für Österreich übertragbar ist, stellte fest, dass mittels Bio-Ackerbau durchschnittlich 400 kg CO_2 pro Hektar jährlich aufgrund des Humusaufbau gebunden werden. Derzeit besteht in der konventionellen Bewirtschaftung noch ein leichter Humusabbau. (Lindendthal, 2010)

Konventionelle Futtermittel beinhalten bedeutende Mengen an Soja aus Brasilien, in einzelnen Fällen aus Argentinien. In tropischen Gegenden wird oft die Abholzung des Tropenwaldes und Savannenlandes wegen des Sojaanbaus beschleunigt. Dieser Prozess bringt hohe CO_2 -Emissionen und Artensterben mit sich. Die Vernichtung des Tropenwaldes verursacht etwa 15 bis 20% der gesamten CO_2 -Emissionen auf der ganzen Welt. Dieser Betrag ist größer als die Landwirtschaft global an CO_2 -Emissionen hervorruft. Soja aus Südamerika wird im Gegensatz dazu nur in geringen Mengen im Bio-Landbau benützt. Die Bio Marke „Zurück zum Ursprung“ lässt südamerikanisches Soja komplett aus. (Lindendthal, 2010)

Auch bei Bioerzeugnissen gibt es immer noch Möglichkeiten, Klimaschutz zu betreiben und als Folge dessen eine umweltbewusste Vorreiterrolle abzusichern. Hierzu gehören der vollständige Verzicht auf Soja, welches aus Drittländern importiert wurde und in erster Linie aus Südamerika kommt, die vermehrte Anwendung einheimischer Eiweiß-Futtermittel, der Einsatz von erneuerbarer Energie im Glashauss (sowie Folientunnel) und die Reduzierung leicht löslicher organischer Düngemittel im Acker und Gemüsebau, da jene Dünger große N_2O -Emissionen hervorrufen. Weitere Möglichkeiten sind Stallsysteme mit Einstreu, da die

Ausbringung von Gülle zu verhältnismäßig großen Emissionsmengen führt, die Verwendung von Kompost ebenfalls im Gemüseanbau, weil Kompost die wenigsten N₂O-Emissionen aller N-haltigen organischen Dünger vorweist, die Verwendung von Ökostrom in der Einrichtung, Solaranlagen und Photovoltaik sowie der Verzicht auf Humus-abbauender Fruchtfolgen, da dieser einen erhöhten CO₂-Ausstoß verursacht. (Lindendthal, 2010)

Bio-Tomaten, welche bei uns im beheizten Treibhaus heranwachsen, verursachen in etwa 9,2 kg CO₂ pro Kilogramm Tomaten. Die konventionelle Herstellung führt hingegen zu ungefähr 9,3 kg. Tomaten aus unbeheizten Treibhäusern weisen wiederum eine CO₂-Bilanz von zirka 2,3 kg je Kilogramm vor. Das beste Ergebnis erzielen saisonale Tomaten aus der Heimat, diese verursachen nur 35 g CO₂ pro Kilogramm bei der Bio-Herstellung und 85 g auf konventionelle Weise. (Klimateller, 2023)

7.6 Saisonale Lebensmittel

Der Verzehr von mehr saisonalen Lebensmitteln ist eine Empfehlung für einen nachhaltigeren Konsum. Die Annahme basiert darauf, dass dies die Umweltauswirkungen der Ernährung verringern könnte. Für die Definition von Saisonalität können entweder lokal saisonal (d. h. in der natürlichen Produktionssaison produziert und innerhalb derselben Klimazone konsumiert) oder global saisonal (d. h. in der natürlichen Produktionssaison produziert, aber überall auf der Welt konsumiert) herangezogen werden. Je nach verwendeter Definition variieren die Auswirkungen auf die Umwelt. Globale saisonale Lebensmittel haben den ernährungsphysiologischen Vorteil, dass das ganze Jahr über ein durchgängiges und vielfältiges Angebot an frischen Produkten angeboten wird. Dies erhöht jedoch die Nachfrage nach Lebensmitteln, die wiederum hohe Umweltkosten im Produktionsland verursachen können wie zum Beispiel Landnutzungsänderungen mit Verlust der Biodiversität oder Wasserstress. Die Treibhausgasemissionen von global saisonalen Lebensmitteln müssen nicht unbedingt höher sein als die von lokal produzierten Lebensmitteln, da sie mehr vom verwendeten Produktionssystem als vom Transport abhängen. (Macdiarmid, 2014)

Einer der Vorteile des Verzehrs saisonaler Lebensmittel besteht darin, dass sie die Treibhausgasemissionen reduzieren, da sie nicht den hohen Energieaufwand durch Beleuchtung oder künstliche Heizung erfordern, der für die Herstellung von Pflanzen außerhalb der natürlichen Vegetationsperiode erforderlich ist. Der hohe Energieverbrauch, um die

Produkte außerhalb der Saison anzubauen (z. B. Tomaten), kann höhere Treibhausgasemissionen verursachen als die mit dem Transport verbundenen Emissionen. Die Ansicht, dass der Transport von Lebensmitteln über weite Strecken um die Welt immer höhere Umweltkosten in Bezug auf die Treibhausgasemissionen verursachen wird als lokale, saisonale Lebensmittel, wird nicht durch Beweise gestützt. (Macdiarmid, 2014)

Generell sollte man Tomaten in der Saison verzehren, welche aus einem unbeheizten Produktionssystem in der Region stammen, da dies umweltfreundlicher ist. Hierzu zählen ebenfalls Freiland oder ungeheiztes Gewächshaus. Prinzipiell ist das in der Schweiz in den Monaten Juli bis Mitte September zutreffend. Entsprechend der Wetterbedingungen verändert sich das Erntezeitfenster und aufgrund der ansteigenden Klimaerwärmung wird es womöglich länger. In den Monaten Mai, Juni, und Oktober erzielen frische Tomaten ein besseres Ergebnis, sofern sie aus nicht so weit gelegenen, wärmeren Ländern wie zum Beispiel Spanien oder Italien eingeführt werden, als Tomaten, welche in der Region in beheizten Gewächshäusern erzeugt werden. Grund dafür ist, dass die zusätzlichen Transportwege weniger bedeutsam sind als die eingesparten Treibhausgase der Gewächshausheizung. Einzelfälle sind Gewächshäuser, die nicht mit fossilen Energieträgern erwärmt werden, wie zum Beispiel Abwärme aus der Industrie. (Zhiyenbek et al. 2016)

Tomaten sollten besser saisonal verzehrt werden, welche aus einer unbeheizten Produktion in der Region kommen. Falls Tomaten abseits der Saison bevorzugt werden, dann sollten jene welche aus warmen Ländern (Süditalien, Südspanien) transportiert werden, Tomaten aus der Region vorgezogen werden. (Zhiyenbek et al. 2016)

Diese Hinweise gelten speziell für Tomaten, die früher im Jahr verzehrt werden. Einzelfälle stellen regional mit Abwärme hergestellte Tomaten dar, welche außerhalb der Saison verzehrt werden können. Auf lange Sicht wäre eine Erweiterung der Produktion in Abwärme-nutzenden Gewächshäusern und ein kompatibles Labeln der Produkte die umweltfreundlichere Variante, um frische Tomaten außerhalb der Saison zu genießen. (Zhiyenbek et al. 2016)

Der Verzehr von mehr saisonalen Lebensmitteln ist jedoch nur ein Bestandteil einer nachhaltigen Ernährung und sollte einige der möglicherweise schwieriger zu ändernden Ernährungsgewohnheiten nicht überschatten, die größere ökologische Vorteile haben könnten wie die Reduzierung von Fleischverzehr oder übermäßigem Konsum. Um zukünftige Richtlinien für nachhaltige Ernährung realistisch umzusetzen, müssen kulturelle und soziale Erwartungen und moderne Lebensstile, im aktuellen Lebensmittelumfeld berücksichtigt werden. (Macdiarmid, 2014)

7.7 Lebensmittelvergeudung in Österreich

Laut einer Schätzung der FAO, werden auf der ganzen Welt etwa ein Drittel der Lebensmittel, welche für den menschlichen Konsum hergestellt wurden, vergeudet oder sie verschwinden in der gesamten Lieferkette (FAO, 2011). Jedes Jahr werden in der Europäischen Union ca. 88 Millionen Tonnen an Nahrungsmitteln vergeudet (Stenmarck et al. 2016), aber auch in Österreich spielt Lebensmittelverschwendung eine Rolle, hier werden einige Lebensmittel nicht wegen ihrer ursprünglichen Funktion verwendet. (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI 2020)

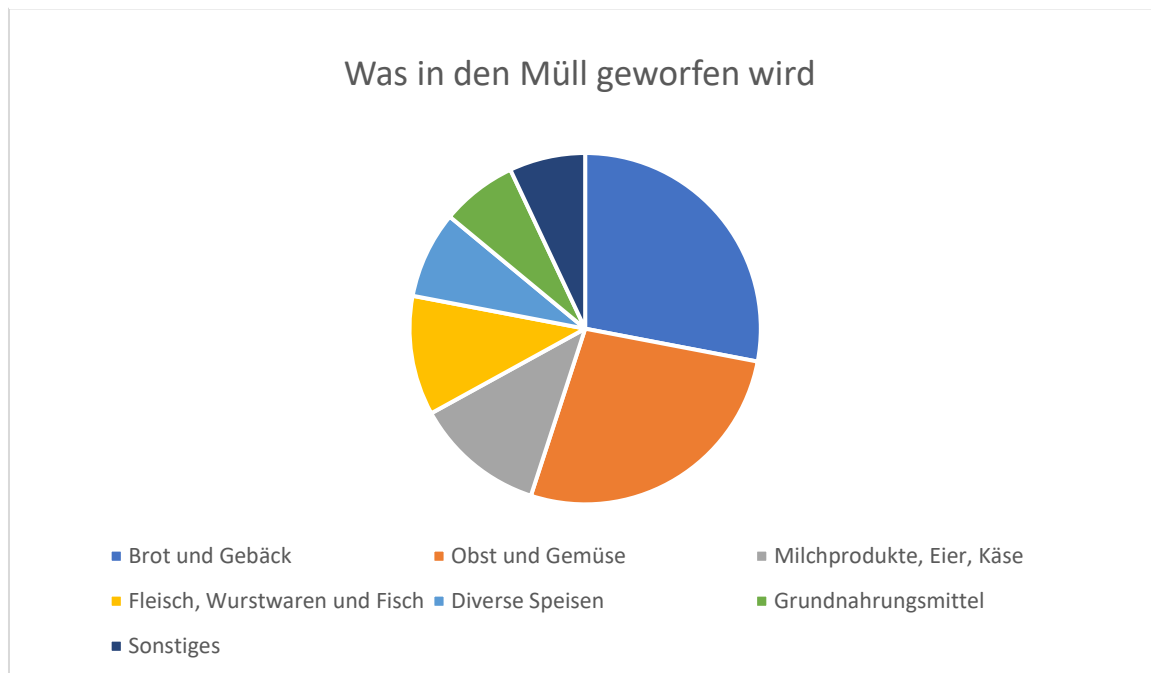
Die Ursachen für das Entstehen von Nahrungsmittelabfällen sind vielfältig, wie etwa das nicht Bestehen des Vermarktungsstandards, fehlende Abstimmung zwischen HandelsakteurInnen, Konsumgewohnheiten oder Marktüberschüsse in der Landwirtschaft. (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI 2020)

Zudem werden die Umweltauswirkungen aufgrund des Nahrungsmittelkonsums und der Lebensmittelherstellung intensiviert, wenn Nahrungsmittel nicht genutzt und stattdessen verschwendet werden. (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI 2020)

Drei Viertel aller ÖsterreicherInnen empfinden das Thema Lebensmittelverschwendung von elementarer Bedeutung. Die Zahl jener erscheint nicht unerwartet, da Lebensmittel einen wesentlichen Teil unseres Alltages darstellen. Jedoch ist einigen die Bedeutung und der Umfang der Verschwendung nicht bewusst. Es ist Fakt, dass jährlich mehr als eine Mio. Tonnen an essbaren Lebensmitteln in Österreich im Müll landen. Diese Handlungen wirken sich massiv auf das Klima und die Natur aus. Ungefähr die Hälfte aller Lebensmittelabfälle in österreichischen Haushalten ist vermeidbar, sie ergeben sich direkt zu Hause. Dem zufolge werden bei uns zwischen 250 und 800 € und bis zu 133 kg verzehrbare Lebensmittel in österreichischen Heimen jedes Jahr verschwendet. Dies hat deutliche ökonomische und soziale Auswirkungen zu Folge. Jedes Kilogramm Nahrungsmittel, dass in den Müll geworfen wird, stellt eine große Belastung für unsere Umwelt und Klima dar. In Österreich kommen etwa 521.000 Tonnen an Lebensmittelabfällen zusammen, welche in den Haushalten vermieden werden können. Diese Menge ist erheblich höher als bisher gedacht. Untersucht wurde hier der Restmüll (=157.650 t/a) und erstmalig wurden Schätzungen anderer Entsorgungswege (beispielsweise Kompost, Biomüll, Kanal und Verfütterung an Tiere) miteinbezogen. Österreicher tun sich schwer, Nahrungsmittelabfälle zu umgehen. Generell wird am meisten Obst und Gemüse, sowie noch verzehrbare Gebäck und Brot in den Müll geworfen. Jene beiden Produktgruppen ergeben mehr als die Hälfte an abwendbaren Nahrungsmittelabfällen in

nationalen Küchen. Anschließend folgen mit 12% Käse, Eier und Milchprodukte, dann kommen mit 11% Fisch, Wurst und Fleisch. Diese stellen Produktgruppen mit sehr hohem ökologischem Wert dar. (WWF, 2021)

Abbildung 4: Lebensmittelentsorgung mod. nach [WWF, 2021]



Die Variable Zeit stellt eine wesentliche Ursache dar. Bei mehr als der Hälfte aller ÖsterreicherInnen entsteht Lebensmittelverschwendung aufgrund des Zeitmangels. Daraufhin folgt der inkorrekte Lagerplatz, nicht vorhandene Koch-Ideen und ein zu großer Arbeitsaufwand im Zuge der Verarbeitung. Ebenso nicht vorhandenes Wissen über die richtige Handhabung mit Lebensmitteln führt dazu, dass der Abfall immerfort ansteigt. Dazu kommen große Bedenken aufgrund des übertretenen Mindesthaltbarkeitsdatum, sowie Schimmelbefall und Nahrungsmittel, welche verdorben wirken. (WWF, 2021)

Ausschlaggebend ist somit, was wir essen und wie wir dies handhaben. Rund 20% des CO₂-Fußabdrucks werden in Österreich aufgrund des Verbrauchs und der Herstellung von Lebensmitteln hervorgerufen. Die Nahrungsmittel werden bei uns angepflanzt, geerntet, wiederholt transportiert, gelagert, oftmals gekühlt oder verarbeitet und letzten Endes zubereitet. Nichtsdestotrotz wird etwa 1/3 in den Abfall geworfen. Ungefähr 16% der

Treibhausgasemissionen unserer Ernährungsweise sind aufgrund einer unnützen Verschwendung vom Essen herzuleiten. Eine sinnlose Belastung für unsere Umwelt stellen kostbare Nahrungsmittel dar, welche bei uns im Müll landen. (WWF, 2021)

Fleischprodukte beanspruchen das Klima massiv. Fertige Mahlzeiten sowie Milch- und Molkereiprodukte benötigen mehr Rohstoffe im Zuge der Herstellung, dies schlägt sich dementsprechend aufs Klima nieder. Vergleichsweise weisen Obst, Gemüse und Brot geringere Folgen auf, jedoch fallen sie hinsichtlich ihrer Menge stark ins Gewicht. (WWF, 2021)

Es werden nicht nur im Haushalt, Nahrungsmittel in den Abfall geworfen, sondern auch entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Hier geraten genussfähige Lebensmittel beim Weg vom Feld auf den Teller in Verlust. Neuesten Schätzungen zufolge entstehen in Österreich pro Jahr mehr als eine Million Tonnen an unnötiger Nahrungsmittelverschwendung. Nicht nur Landwirtschaft, sondern auch Herstellung, Handel und Außer-Haus-Verpflegung sind für einen verantwortungsvollen Umgang mit Lebensmitteln zuständig. (WWF, 2021)

Das Ziel sollte deshalb sein, Nahrungsmittelabfälle zu umgehen, sodass die eingesetzten Ressourcen nicht überflüssig waren. Die Verbesserung von Verpackungen stellt einen Weg dar. (ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI 2020)

7.8 Vergleich von heimischen konventionellen Gurken in der Winterzeit und importierten Biogurken aus Spanien mittels CO₂-Fußabdrucks

Wenn wir heutzutage einkaufen gehen, finden wir dort eine Vielzahl an Lebensmitteln vor. Mit der Auswahl welches Lebensmittel wir konsumieren, können wir unsere Umwelt nachhaltig beeinflussen. Schwer ist die Entscheidung zwischen heimischen, herkömmlichen Nahrungsmitteln und importierten Biogemüse besonders in den Wintermonaten. (Raab & Brunklaus & Pöchtrager, 2013)

Durch das breite Sortiment an Gemüsesorten wie Gurken, Karotten, Kartoffeln, Tomaten, und Zucchini, welche das ganze Jahr erhältlich sind, wird den KonsumentInnen eine große Auswahl geboten, allerdings wird ein umweltbewusstes Kaufverhalten dadurch schwerer gemacht. Das drittmeist importierte und verzehrte Gemüse in Österreich unter Beachtung des Selbstversorgungsgrades sind Gurken. In den vergangenen sechs Jahren wurden durchschnittlich 64% der konsumierten Gurken in Österreich produziert (Statistik Austria,

2012). Die übrigen 36% werden darüber hinaus aus Spanien importiert (Raab & Brunklaus & Pöchtrager, 2013). Spanien stellt ein wichtiges Importland für Gemüse für Österreich und Europa dar wegen der klimatisch günstigen Verhältnisse (Zarilli, 2003; BMLFUW, 2011). Die kalten Wintermonate erschweren die biologische, heimische Gurkenproduktion (Bio Austria, 2010), weswegen die KäuferInnen von Importen abhängig sind. Im Supermarkt kommen nicht nur importierte Biogurken aus Spanien in Frage, sondern auch österreichische konventionelle Gurken, welche aus dem Glashaus stammen. Der Kunde erhält nur Informationen über die Herkunft, nicht jedoch über die Herstellung, Transport oder die damit verbundenen Emissionen. (Raab & Brunklaus & Pöchtrager, 2013)

Damit beim Einkaufen von Gurken in den Monaten Jänner bis Mai eine umweltfreundliche Wahl getroffen werden kann, wird nun folgende Frage aufgeworfen: Verursachen Biogurken aus Spanien einen kleineren Effekt in Bezug auf den Treibhauseffekt als konventionelle Glashausgurken aus Österreich? In der folgenden Studie werden beide Produkte mittels CO₂-Fußabdrucks in Vergleich gestellt. Des Weiteren wird die schwedische konventionelle Glashaus-Gurkenproduktion in der Studie hinzugezogen, um Emissionsmengen der Düngung und Beheizung der Herstellung in Österreich zu unterstreichen. (Raab & Brunklaus & Pöchtrager, 2013)

Die Methodik zur Berechnung der Treibhausgase hinsichtlich der Gurkenerzeugung beruht auf den Ökobilanzierungsrichtlinien, engl. LCA (Life Cycle Assessment), entsprechend ISO 14040 und 14044. Die Berechnungen zu den Emissionen der Gurkenherstellung reichen von der Jungpflanzenaufzucht bis hin zur Gurke im Supermarkt einschließlich der Emissionen zur Erzeugung und Entsorgung der Transportverpackung. Die Zeitspanne der Berechnung dauerte von Jänner bis Ende Mai. Mittels ExpertInneninterviews in El Ejido/Spanien und Simmering/Österreich im Jahr 2011 ereignete sich die Datenerhebung der Jungpflanzenaufzucht, Gurkenbewirtschaftung, des Lagerns und Verpacken der Gurke als auch Informationen über den Transport/Export für die Gurkenproduktion in Spanien und Österreich. Weil für den Heizvorgang in österreichischen Gurkenglashäusern nur Daten eines Bauern erhältlich waren, wurde die Studie von Davis et al. (2011) berücksichtigt. Jene Studie umfasst die schwedische Gurkengewächshausproduktion, welche auf durchschnittliche Werte basiert. Diese soll als Vergleichsgrundlage für die Ergebnisse der österreichischen Herstellung fungieren. (Raab & Brunklaus & Pöchtrager, 2013)

Ein Kilogramm Bio-Gurke aus Spanien verursacht insgesamt 0,45 kg CO₂-Äquivalente, wobei die Hälfte auf dem Transport zurückzuführen ist. Gemäß der Berechnungsmethode für die

österreichische Gurke gibt es zwei Ergebnisse. Laut Studie ergeben sich je nach Heizemissionen auf der Grundlage des Umweltbundesamtes (Pölz, 2007) im Glashaus 0,51 kg bzw. 0,43 kg CO₂eq/kg Gurke nach der ÖNORM EN 15316-4-5. Als Hotspot, nämlich das emissionsreichste Verfahren in der Gurken-Wertschöpfungskette wurde der Transport der spanischen Bio-Gurke ermittelt. Bei der österreichischen Gurke konnte bei den Gurkenbauern das Gewächshaus festgestellt werden. Die höchsten Gesamtemissionen mit 1,11 kg CO₂eq/kg Gurke weist die schwedische konventionelle Gurke auf, welche aufgrund der Glashausproduktion herzuführen ist. Die Ursache dafür sind der große Anteil an fossilen Brennstoffen und die Heizmenge. (Raab & Brunklaus & Pöchltrager, 2013)

Etwa die Hälfte der ganzen CO₂-Emissionen der importierten Bio-Gurke aus Spanien ist auf dem Transport zurückzuführen. Sowohl der Export als auch die Distribution innerhalb Österreichs (ca. 2800 km) werden mit Kühl-LKWs getätigt. Den Transport auf die Schiene zu verschieben, wäre eine Alternative. Das Glashaus stellt den Hotspot in der österreichischen Produktion bei dem Gurkenbauer dar, dies ist hauptsächlich auf den Gebrauch der CO₂- (~0,1 kg CO₂eq/kg Gurke) und Stickstoffdüngung (~0,08 kg CO₂eq/kg Gurke) zurückzuführen. (Raab & Brunklaus & Pöchltrager, 2013)

Importierte Biogurken aus Spanien und konventionelle lokale Gurken zeigen nur geringe Differenzen hinsichtlich des CO₂-Fußabdrucks. Beide weisen etwa 0,5 kg CO₂eq/kg Gurke auf. Zum einen macht dies, eine eindeutige Kaufentscheidungshilfe für VerbraucherInnen zu geben schwerer, zum anderen wird die generelle Auswirkung auf die Umwelt durch den Kauf von Gurken in der Winterzeit sichtbar. Für den Einkauf in der Sommerzeit kann von vergleichbaren Emissionen wie die der Bio-Gurke aus Spanien, minus der Transportemissionen, ausgegangen werden. Unter diesen Umständen wäre eine Kaufentscheidungshilfe für biologisch lokal (~0,25 kg CO₂eq/kg Gurke) im Vergleich zu konventionell lokal (0,43 kg CO₂eq/kg Gurke) klar. (Raab & Brunklaus & Pöchltrager, 2013)

II EMPIRISCHER TEIL

8. MATERIALIEN UND METHODEN

8.1 CO₂-Auswertung

8.1.1 Validierung des Bewertungsmodells anhand der CO₂-Datenbank Eaternity

Im praktischen Teil zur Erfassung der tatsächlichen CO₂-Emissionsmengen bezogen auf Lebensmittel wurde mit der Recherche von CO₂-Datenbanken begonnen. Im Internet sind zahlreiche CO₂-Emissions- und Klimarechner vorzufinden, jedoch nur wenige vertrauenswürdige Datenbanken. Letztendlich wurde für die wissenschaftliche Ausarbeitung die Eaternity Datenbank herangezogen. Eaternity beinhaltet CO₂-Werte und Einheitsprozesse für sämtliche Lebensmittel, basierend auf Transport, Saisonalität, Konservierung, Anbauverfahren und Verarbeitungsmodell.

WissenschaftlerInnen der Datenbank haben ein Treibhausgasmodell erarbeitet, das die CO₂-Emissionen im Rahmen der Beheizung von Gewächshäusern nicht nur in der biologischen, sondern auch in der traditionellen Landwirtschaft ermittelt. Die Eaternity Datenbank stellt die umfangreichste und größte Datenbank zur Messung von CO₂-Äquivalenten für Nahrungsmittelerzeugnisse dar. (Eaternity, 2022)

Die Rezepte wurden in klimafreundliche, auch als Klimatellerrezepte bezeichnet, und vergleichende, also herkömmliche Vergleichsrezepte im Regelbetrieb eingeteilt. Insgesamt sind es zwei Wochen mit jeweils sechs Tagen. Ein Tag umfasst durchschnittlich 20 Komponenten, diese sind in Vorspeise, Hauptspeise und Nachspeise unterteilt. Die Vorspeise inkludiert eine Suppe und die Hauptspeise ist aus zwei Menülinien auswählbar. Als Beilage stehen verschiedene Salate zur Auswahl. Des Weiteren setzt sich das Menü noch aus Obst, Brot und einer Nachspeisenkomponente zusammen. Bezüglich Herkunft der Lebensmittel wurde angenommen, dass die Zutaten bei den Klimatellerrezepten aus Österreich stammen. Da Eaternity ein Schweizer Unternehmen ist und der Sitz sich in Zürich befindet, wurde es für sinnvoll befunden, bei der Herkunft jeder Lebensmittelzutat aus Österreich, die Schweiz zu wählen, weil Österreich zur Zeit der wissenschaftlichen Ausarbeitung nicht ausgewählt werden konnte.

Bei Rezepten, welche nur eine Lebensmittelzutat enthielten, wie beispielsweise Kürbiscrèmesuppe als Fertigsuppe, die als Vergleichsrezept fungierte, wurden die Klimateller Rezepte herangezogen und deren Zutaten abgewandelt. Das heißt die regionalen Zutaten wurden durch nicht regionale Zutaten ersetzt. Diese Vorgehensweise wurde auch bei Rezepten mit mehreren Zutaten befolgt, wenn es sich um ein vergleichendes Rezept gehandelt hat. Darunter fallen die Rezepte Apfelmus, Kohlrabiacrèmesuppe, Minestrone, Zwetschkenröster, Zwiebelsuppe, Lauchcrèmesuppe, Champignoncrèmesuppe und Pfeffersauce. Beim Rezept Danone Obstgarten wurde die Menge des gesamten Produkts berücksichtigt und auf die einzelnen Zutaten berechnet. Als Vorlage diente der Obstgarten, welcher bei Billa oder Spar zu kaufen gibt. So wurde auch bei den Rezepten, Apfelmus, Dressing Thousand Island, Birnenkompott, Fruchtcocktail, Mohnnudeln, Faschierte Laibchen TK, Gemüsesuppe, Semmelknödel und Lauchcrèmesuppe vorgegangen.

8.1.2 Alternative Zutaten

Im folgenden Abschnitt wird die Tabelle mit den Zutaten, welche nicht in Eaternity vorhanden waren, dargestellt. In der linken Spalte sind die Zutaten zu finden, welche in den Rezepten vorkommen und auf der rechten Seite werden die Zutaten gezeigt, die stattdessen in der Eaternity Datenbank verwendet wurden. Hierbei wurden möglichst ähnliche Alternativen ausgewählt.

Tabelle 3: Auflistung der alternativen Zutaten

Zutaten	Eaternity
Klimateller Rezepte	
Tomatenpulpe	Tomatensugo
Crema Legere 33%	Sahne 35%
Wachauer Laibchen	Brötchen
Tafelessig	Essig
Maiskeimöl	Pflanzliches Öl
Lollo Rosso	Lollo
Lollo Bionda	Lollo
Mischbrot	Brot
Beerenmischung	Blaubeeren
Putenkeule	Truthan
Tomatenmark	Tomatenkonzentrat
Fisch-Gewürzmischung	Gewürze

Rama Schmelzcreme	Creme fraiche
Sauerrahm 15%	Sahne 25%
Pilzmischung	Steinpilz
Klare Suppe pflanzlich	Gemüsebouillon
Tafelwein	Wein
Wildgewürze	Gewürze
Knödelbrot	Brot
Tafelöl	Pflanzliches Öl
Soja Ragout	Soja
Gyros Gewürzmischung	Gewürze
Weißbrot	Brot
Worcester Sauce	Sojasauce
Pudding	Stärke (Weizen)
Soja Geschnetzeltes	Soja
Faschiertes gemischt	Hackfleisch Schwein
Kräuterseitling	Steinpilz
Pilz Aroma Gewürzmischung	Gewürze
Vollkornspaghetti	Spaghetti
Sojagranulat	Sojamehl
Tomatensauce	Tomatensugo
Teigreis	Nudeln (mit Ei)
Knoblauchgranulat	Knoblauch
Kohl	Weißkohl
Klare Rindfleischsuppe	Rinderbrühe
Rote Indianerbohnen	Kidneybohnen
Zartweizen	Weizen
Fisch Scandis Gewürzmischung	Gewürze
Recheis Spiralen	Nudeln
Semmelbrösel	Paniermehl
Vergleichsrezepte	
Grüne Salatmischung	Blattsalat oder Kopfsalat
Beta Combi Phase	Pflanzenöl
Butteröl	Rapsöl
Rindsbratensaft	Rinderbrühe
Gyros	Gewürze
Rum	Cognac
Brathuhngewürz	Gewürze
Letschogemüse	Gemüse
Ochsenbouillon	Rinderbrühe
Eierspätzle	Nudeln (Ei)
Toastschinken	Schinken
Röstzwiebelgewürz	Gewürze
Hamburgerspeck	Speck
Paprikamischung	Paprika
Pizzakäse	Käse (weich, 20-25%)
Hesperidenessig	Essig
Normalkristallzucker	Zucker (Zuckerrohr)
Cremespinat	Spinat

Schlagobers 36%	Sahne 35%
Langkornreis	Reis
Curry Powder	Curry
Hühnergeschnetzeltes	Hähnchen (Brust & Innenfilet)
Meeresfrüchte	Muscheln
Sellerie	Stangensellerie
Semmelwürfel	Brötchen
Sandwich Toastbrot TK	Brot
Bio-Gouda	Käse weich (20-25%)
Universalmargarine	Margarine
Gemüsemischung	Gemüse
Estragonsenf	Senf
Curry Madroscas Gewürzmischung	Gewürze
Kokosmilchpulver	Milchpulver
Schupfnudeln	Nudeln
Mohn	Leinsamen
Chinagemüse	Gemüse
Fischfilet	Fisch
Fisch Del Mare Gewürz	Gewürze
Blattspinat	Spinat
Kräuterbutter	Butter
Feinkristallzucker	Zucker (Zuckerrohr)
Topfen	Quark
Makkaroni Vollkorn	Nudeln
Pizzasauce	Tomatensugo
Pfefferoni	Peperoncini
Hörnchen Vollkorn	Nudeln
Soja Granulat	Soja
Bratensaft	einzelne Zutaten
Kaisergemüse	Gemüse
Weizengrieß	Hartweizengrieß
Vanillinzucker	Zucker (Zuckerrohr)
Doppelschankrum	Cognac
Milchmargarine	Margarine
Hafermilch	Sojamilch
Vollkornbrot	Brot
Hühnerfilet	Hähnchen (Brust & Innenfilet)
Rindsbratensaft	einzelne Zutaten
Weinbrand	Wein
Buttermußkürbis	Kürbis
Bandnudeln	Nudeln
Dille	Dillkraut
Kaffee Instantpulver Premium Gold	Kaffeebohnen x3
Eier Biskotten	einzelne Zutaten
Zuckermais	Mais
Junge Erbsen	Erbsen
Babykarotten	Karotten
QuimiQ Basis	Sahne 25%

Früchtemüsli	einzelne Zutaten
Staubzucker	Zucker (Zuckerrohr)
Pizzateig	Mehl, Hefe, Salz
Gorgonzola	Käse weich (20-25%)
Recheis Penne	Nudeln
Löskaffee	Kaffeebohnen
Kartoffelpüreeflocken	Stärke (Kartoffeln)
Teebutter	Butter
Röstzwiebel	Zwiebel
Hühnerleber	Kalbleber
Jungzwiebel	Frühlingszwiebel
Steirerkren	Meerrettich
Burger Weckerl	Brot
Burger vegan	einzelne Zutaten
Apfelmus	Apfel
Semmelknödel	einzelne Zutaten
Selchroller	Schwein
Kornspitz	Brot
Recheis Farfalle	Nudeln
Chicken Wings	Hähnchen (Flügel)
Klare Hühnersuppe	Hühnerbrühe
Rösti	einzelne Zutaten
Löffelkäse	Käse frisch 0-15%

In den nachfolgenden drei Tabellen werden drei Rezepte als Beispiele dargestellt. Es soll verdeutlicht werden, wie die Rezepte in Eaternity eingegeben wurden. Für jede Lebensmittelzutat wurde das Herkunftsland, der Transport, die Herstellung, die Konservierung, die Verarbeitung und die Verpackung ausgewählt. Anschließend berechnete Eaternity die CO₂-Emissionen sowohl für jedes einzelne Lebensmittel als auch für das gesamte Rezept.

Tabelle 4: Veganes Sugo (eigene Darstellung)

Zutaten	Herkunftsland	Transport	Herstellung	Konservierung	Verarbeitung	Verpackung	CO ₂ -Emissionen
Klare Suppe	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Plastik	4,92 g
Soja-Granulat	Schweiz	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	56 g
Zwiebel	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	keine	9,3 g
Rapsöl	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Plastik	12 g
Karotten	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	keine	3,44 g
Knoblauch	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	keine	0,93 g
Tomatenmark	Schweiz	Boden	Standard	konserviert	Roh	Aluminium	29 g
Tomatensauce	Schweiz	Boden	Standard	konserviert	Roh	Glas	38 g
Speisesalz	Schweiz	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,26 g

Oregano	Ägypten	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,24 g
Pfeffer	Ägypten	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,28 g

Tabelle 5: Nudelgratin mit Zucchini u. Pilzen (eigene Darstellung)

Zutaten	Herkunft	Transport	Herstellung	Konservierung	Verarbeitung	Verpackung	CO ₂ -Emissionen
Rapsöl	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Plastik	4,77 g
Zwiebel	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	keine	12 g
Knoblauch	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	keine	0,37 g
Zucchini	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	keine	22 g
Champignons	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	keine	87 g
Tomatenpulpe	Schweiz	Boden	Standard	konserviert	Roh	Aluminium	55 g
Creme legere 33%	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Plastik	59 g
Speisesalz	Schweiz	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,33 g
Oregano	Ägypten	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,06 g
Basilikum	Schweiz	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,01 g
Rosmarin	Ägypten	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,06 g
Pfeffer	Ägypten	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,38 g
Weizenmehl	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Papier	2,33 g
Margarine	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Plastik	5,87 g
Weizenmehl	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Papier	2,91 g
Creme legere 33%	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Plastik	184 g
Speisesalz	Schweiz	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,15 g
Muskatnuss	Ägypten	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,36 g
Bandnudeln	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Plastik	46 g

Tabelle 6: Lasagne mit gemischten Faschierten (eigene Darstellung)

Zutaten	Herkunftsland	Transport	Herstellung	Konservierung	Verarbeitung	Verpackung	CO ₂ -Emissionen
Lasagne	Italien	Boden	Standard	frisch	Roh	Plastik	44 g
Olivöl	Schweiz	Boden	Standard	konserviert	Roh	Glas	13 g
Weizenmehl glatt	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Papier	5,03 g
Magermilchpulver	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Plastik	155 g
Speisesalz	Schweiz	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,07 g
Faschiertes	Schweiz	Boden	Standard	tiefgefroren	Roh	Plastik	755 g
Tafelöl	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Plastik	17 g
Zwiebel	Spanien	Boden	Standard	tiefgefroren	Roh	Plastik	22 g

Tomatenmark	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Aluminium	50 g
Tomatensauce	Schweiz	Boden	Standard	konserviert	Roh	Aluminium	4,79 g
Speisesalz	Schweiz	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,31 g
Oregano	Ägypten	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,12 g
Basilikum	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Plastik	0,02 g
Knoblauch	Spanien	Boden	Standard	tiefgefroren	Roh	Plastik	1,14 g
Rindfleischsuppe	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Plastik	8,03 g
Pfeffer	Ägypten	Boden	Standard	getrocknet	Roh	Plastik	0,71 g
Gemüsemischung	Spanien	Boden	Standard	tiefgefroren	Roh	Plastik	15 g
Tomatenwürfel	Spanien	Boden	Standard	tiefgefroren	Roh	Plastik	13 g
Weizenmehl griffig	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Roh	Papier	2,85 g
Pizzakäse	Schweiz	Boden	Standard	frisch	Geschnitten	Plastik	92 g

8.2 Klimakennzahl-Auswertung

8.2.1 Vergleich der Ergebnisse mit einem neuwertigen Bewertungsverfahren

Im Folgenden wird genauer auf die Vorgehensweise der Berechnung des von Lisa Ferstl, MSc entwickelten Bewertungsmodell eingegangen. Im weiteren Verlauf der Masterarbeit wurden die gleichen Rezepte, welche für die Eaternity Berechnung herangezogen wurden, nochmal mit dem Bewertungsmodell von Lisa Ferstl berechnet. Abbildung 5 zeigt die Schritte der CO₂-Berechnung.

Das Kriterium Produktionsweise/Produktart wurde mit 20% gewertet. Für die Herkunft sind fünf unterschiedliche Kategorien auswählbar, diese wurden mit 25% gewichtet. Das Kriterium Verarbeitungsgrad erhielt mit 10% den geringsten Gewichtsanteil zur CO₂-Berechnung. Tierische Produkte wurden mit einem Gewichtsanteil von 25% gewertet und die Saison wurde als letzte Kategorie mit 20% integriert.

Abbildung 5: Bewertungsmodell nach Lisa Ferstl

Kriterien	Produktionsweise/ Produktart	Herkunft		Verarbeitungsgrad		Tierische Produkte enthalten?		Saison	
Gewichtung	20%	25%		10%		25%		20%	
Staffelung und Punkteskala	abhängig von der Warengruppe	Selbe NUTS 2- Region	10	Unverarbeitet bis minimal verarbeitet	10	Nein	10	Ja, in Saison	10
		Österreich	8	Verarbeitete Kochzutaten (Öle, Zucker)	6	Ja, tierisches Zwischen- produkt	3	Lagerobst/- gemüse	8
		EU-Nachbarländer + Schweiz	5	Verarbeitete LM (Brot, Konserven, geräuchert)	3			Saison irrelevant od. in Österreich momentan nicht in Saison	5
		EU (kein Nachbarland)	3	Hoch verarbeitete LM (Wurst, Instantprodukte)	1	Ja, tierisches Endprodukt	1		
		Drittland	1						

Die nachfolgenden Abbildungen stellen die Bewertung der Lebensmittel nach den verschiedenen Warengruppen dar. Insgesamt gibt es sieben Warengruppen, hierzu zählen Fleisch, Fisch, Milch und Milchprodukte, Getreide, Hülsenfrüchte und Erdäpfel, Eier, pflanzliche Öle und Fette sowie Obst und Gemüse. Die Lebensmittelzutaten Essig, Zucker, Salz, Honig, Wein, Rum, Senf, Mohn, Kaffee und Kakaopulver wurden nicht berücksichtigt, da diese nicht in den verschiedenen Warengruppen vorhanden waren.

Fleisch	
Huhn biologisch	10
Huhn konventionell	9
Truthahn biologisch	8
Truthahn konventionell	7
Schwein biologisch	4,5
Schwein konventionell	3,5
Wiederkäuer biologisch	2
Wiederkäuer konventionell	1

Abbildung 6: Bewertung der Warengruppe „Fleisch“ nach Fleischart und Produktionsweise (Darstellung nach Lisa Ferstl)

Fisch		
Algen, Mollusken	mit Gütesiegel	10
	ohne Gütesiegel	9,4
Clupeidae	mit Gütesiegel	8,7
	ohne Gütesiegel	8
Scombridae	mit Gütesiegel	7,3
	ohne Gütesiegel	6,6
Cyprinidae, Pleuronectiformes	mit Gütesiegel	5,9
	ohne Gütesiegel	5,2
Gadidae	mit Gütesiegel	4,5
	ohne Gütesiegel	3,8
Pangasidae	mit Gütesiegel	3,1
	ohne Gütesiegel	2,4
Salmoniden	mit Gütesiegel	1,7
	ohne Gütesiegel	1

Abbildung 7: Bewertung der Warengruppe „Fisch“ nach Fischart und Zertifizierung (Darstellung nach Lisa Ferstl)

Milch und Milchprodukte	
Weißes Sortiment biologisch	10
Weißes Sortiment konventionell	8
Gelbes Sortiment biologisch	5
Gelbes Sortiment konventionell	3
<i>Zum Gelben Sortiment werden Käseprodukte gezählt. Das Weiße Sortiment schließt Trinkmilch, Milchgetränke, Joghurt und ähnliches mit ein.</i>	

Abbildung 8: Bewertung der Warengruppe „Milch- und Milchprodukte“ nach Produktart (Darstellung nach Lisa Ferstl)

Getreide, Hülsenfrüchte & Erdäpfel		
Erdäpfel & Hülsenfrüchte	biologisch	10
	konventionell	9,5
Sojabohnen	biologisch	8,5
	konventionell	8
Gerste, Hafer, Weizen, Roggen	biologisch	5,5
	konventionell	5
Mais	biologisch	4,5
	konventionell	4
Reis	biologisch	1,5
	konventionell	1

Abbildung 9: Bewertung der Warengruppe „Getreide, Hülsenfrüchte & Erdäpfel“ (Darstellung nach Lisa Ferstl)

Eier	
Ökologische Erzeugung	10
Freilandhaltung	8
Bodenhaltung	6
Käfighaltung	3

Abbildung 10: Bewertung der Warengruppe „Eier“ nach Produktionsweise (Darstellung nach Lisa Ferstl)

Pflanzliche Öle & Fette	
Rapsöl	10
Olivenöl	8
Maiskeimöl	7
Sonnenblumenöl	5
Soja- und Palmöl	2
Erdnussöl	1

Abbildung 11: Bewertung der Warengruppe „pflanzliche Öle und Fette“ nach Ölsaartart (Darstellung nach Lisa Ferstl)

Obst & Gemüse	
Biologisch	10
Konventionell	5

Abbildung 12: Bewertung der Warengruppe „Obst & Gemüse“ nach Produktionsweise (Darstellung nach Lisa Ferstl)

Wasser und Gewürze wurden bei der Berechnung nicht eingegeben. Die Mengen sind so gering, dass der Anteil der einzelnen Klimascors an der Klimakennzahl nicht relevant ist. Für alle Monorezepte, wie beispielsweise Apfel, Mischbrot, Karottensalat oder Wachauer Laibchen wurde der ermittelte Score mit 10 multipliziert. Somit wurde die Klimakennzahl berechnet.

8.3 Vorbereitung der statistischen Auswertung

In Excel wurde eine Datei erstellt, damit die ermittelten CO₂-Äquivalente mit den berechneten Klimakennzahlen verglichen werden konnten. Für die Ausarbeitung der Korrelation wurde jedes Rezept nur einmal eingetragen. Rezepte, mit einer Klimakennzahl von über 100 wurden wie Monorezepte behandelt. Hierbei ist die gewichtsanteilig überwiegende Zutat ausschlaggebend. Das heißt die Zutat mit der höchsten Menge an Kilogramm wurde mit 10 multipliziert und daraus ergibt sich die Klimakennzahl.

Damit die Klimatellerrezepte mit den konventionellen Vergleichsrezepten verglichen werden konnten, wurde das gesamte Menü (TTPM) berechnet. Für die Berechnung wurde folgende Vorgehensweise befolgt:

g CO ₂ -Äquivalente	Suppe
+ g CO ₂ -Äquivalente	aller Hauptspeisenkomponenten einer Menülinie
+ g CO ₂ -Äquivalente	Summe (1/6 jedes Salats + 1/2 jedes Dressings + alle Kräuter)
+ g CO ₂ -Äquivalente	Summe 1/2 jedes Obst
+ g CO ₂ -Äquivalente	Brot
+ g CO ₂ -Äquivalente	<u>aller Nachspeisenkomponenten</u>
= Summe der g CO ₂ -Äquivalente für die TTP Mittag (für eine Menülinie)	

Codierung

Variable „Rezeptversion“	1= Klimateller Rezept 2= konventionelles Vergleichsrezept
Variable „Rezeptname“	Name des Rezeptes
Variable „g CO ₂ -Äquivalente“	CO ₂ -Äquivalente in g/Portion
Variable „Klimakennzahl“	errechnete Klimakennzahl
Variable „Menükomponente“	1= Suppe 2= Hauptspeise inkl. vorhergesehener Beilagen 3= Salatbuffet inkl. Dressings und Kräuter 4= Obst 5= Brot

6= Nachspeise

Variable „Fleischanteil“

1= kein Fleisch

2= max. 90 g roh /Portion

3= mehr als 90 g roh /Portion

8.4 Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung der Daten wurde die Software IBM SPSS 29.0.1.0 für Windows herangezogen. Zu Beginn wurde eine Prüfung der Daten auf Normalverteilung mit dem Kolmogorov-Smirnov Test durchgeführt. Zur Überprüfung der Hypothesen, wurden folgende Verfahren verwendet: Um den Zusammenhang von den CO₂-Äquivalenten und der Klimakennzahl darzustellen, wurde eine Korrelation nach Spearman durchgeführt, da dieser dafür geeignet ist, den Zusammenhang zwischen zwei Variablen zu untersuchen.

Des Weiteren wurde untersucht, ob sich die Mittelwerte zwischen zwei Gruppen signifikant voneinander unterscheiden. Hierfür wurde der T-Test für unabhängige Stichproben verwendet, dieser berechnet Mittelwertunterschiede zwischen zwei Gruppen. In diesem Fall wurden die Mittelwerte der Klimateller Rezepte und der Vergleichsrezepte hinsichtlich ihrer CO₂-Bilanz untersucht.

Anschließend wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) zur Überprüfung von Mittelwertsunterschieden zwischen mehr als zwei Gruppen verwendet. Hierbei wurden die Rezepte hinsichtlich ihres Fleischanteil untersucht. Ebenfalls wurde die deskriptive Statistik genutzt, um die Datensätze zu beschreiben, Zusammenhänge zwischen Variablen zu untersuchen und um erste Einblicke in die Verteilung der Daten zu erhalten.

Bei den oben erwähnten statistischen Berechnungen wurde ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ herangezogen.

9. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

9.1 Übersicht über die Rezeptversionen

Als nächstes wird die statistische Auswertung, welche mittels der Software SPSS durchgeführt wurde, dargestellt. Die Anzahl an Rezepten, die zur Auswertung herangezogen wurde, liegt bei 48. Davon waren 24 (50%) Klimateller Rezepte und 24 (50%) Vergleichsrezepte.

Tabelle 7: Verteilung der Rezepte

Rezepte	Häufigkeit (n)	Prozent
Klimateller Rezepte	24	50
Vergleichsrezepte	24	50
Gesamt	48	100

In weiterer Folge wurden die CO₂-Äquivalente mithilfe der deskriptiven Statistik nach den Rezeptversionen analysiert. Hierbei wurden der Mittelwert und die Standardabweichung zur Berechnung ausgewählt (siehe Tabelle 8). Der T-Test für unabhängige Stichproben zeigt, dass sich die CO₂-Äquivalente zwischen den beiden Rezeptversionen signifikant voneinander unterscheiden ($p < 0,0001$). Demnach verursachen die Klimateller Rezepte weniger CO₂-Äquivalente als die Vergleichsrezepte.

Tabelle 8: CO₂-Werte beider Rezeptvarianten

Rezepte	CO ₂ -Äquivalente	
	Klimateller Rezepte	Vergleichsrezepte
MW ± SD	1329 ± 295	2246 ± 653
N	24	24

Die Daten stellen die Mittelwerte (MW) ± Standardabweichung dar.

9.2 CO₂-Äquivalente und Klimakennzahl

Tabelle 9: Korrelation von CO₂-Äquivalenten und Klimakennzahl

CO ₂ -Äquivalente	CO ₂ -Äquivalente		Klimakennzahl
	Korrelation nach Pearson	1	-,652**
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N	190	188

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Nachfolgend wurde mit der Korrelation nach Pearson analysiert ob die Werte von den CO₂-Äquivalenten und der Klimakennzahl miteinander korrelieren. Die statistische Auswertung zeigt, dass ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen CO₂-Äquivalenten und der Klimakennzahl vorliegt ($p < 0,0001$).

9.3 Klimakennzahl

Tabelle 10: Klimakennzahl beider Rezeptvarianten

Rezeptversion	Klimakennzahl	
	Klimateller Rezepte	Vergleichsrezepte
MW $\pm$ SD	57,8 $\pm$ 22,4	50,2 $\pm$ 20,8
N	95	93

Die Daten stellen die Mittelwerte (MW) $\pm$ Standardabweichung dar.

Im weiteren Verlauf wurde die Klimakennzahl mithilfe der deskriptiven Statistik nach Klimateller Rezepte und Vergleichsrezepte analysiert. Es wurde ebenfalls ein Test auf unabhängige Stichproben durchgeführt, wobei festgestellt wurde, dass ein statistisch

signifikanter Unterschied zwischen den Klimateller Rezepten und den Vergleichsrezepten in Bezug auf die Klimakennzahl besteht ($p=0,017$).

Da die Klimafreundlichkeit mit steigendem Wert zunimmt, zeigt dies, dass die Klimatellerrezepte die umweltfreundlichere Variante sind.

9.4 CO₂-Äquivalentvergleich der unterschiedlichen Rezeptkategorien (fleischlos, fleischarm, mehr als 90 g Fleisch)

Tabelle 11: Mittelwertunterschiede der CO₂-Äquivalente von drei Rezeptvarianten

Rezepte	Fleischanteil		
	kein Fleisch	max. 90 g	mehr als 90 g
MW $\pm$ SD	1269 $\pm$ 302	1777 $\pm$ 597	2285 $\pm$ 679
N	15	17	16

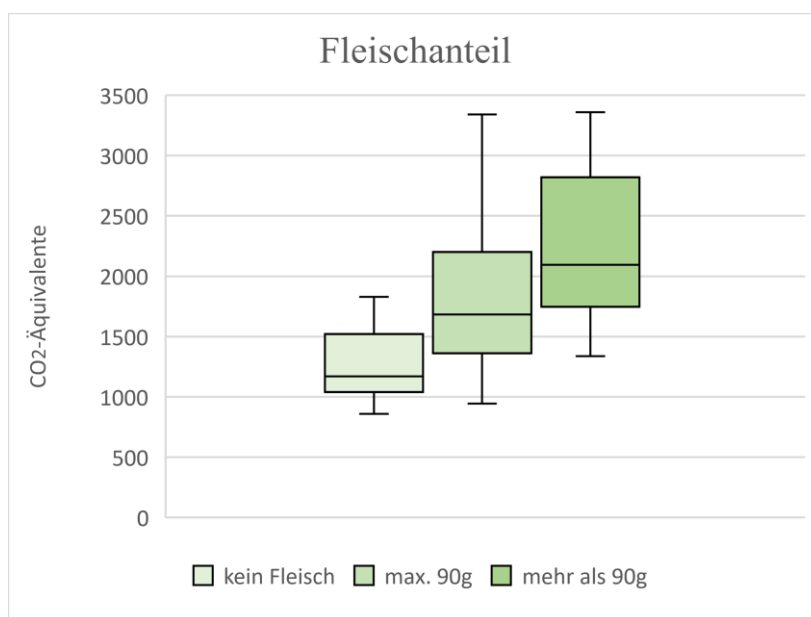
Die Daten stellen die Mittelwerte (MW) $\pm$ Standardabweichung dar.

Anschließend wurde eine deskriptive Statistik zur Analyse des Fleischanteils der drei Rezeptkategorien durchgeführt. Die Tabelle zeigt dass 15 Rezepte enthalten kein Fleisch und bei weiteren 33 Rezepten war die Komponente Fleisch in der Rezeptur enthalten. Es wurde das Minimum und das Maximum, sowie der Mittelwert und die Standardabweichung zur Berechnung gewählt. Mittels T-Test für unabhängige Stichproben konnte für alle drei Rezeptvarianten ein signifikantes Ergebnis festgestellt werden (kein Fleisch vs. max. 90 g Fleisch: $p=0,005$; kein Fleisch vs. mehr als 90 g Fleisch: $p < 0,001$; max. 90 g Fleisch vs. mehr als 90 g Fleisch: $p=0,029$).

Des Weiteren wurde eine einfaktorielle ANOVA durchgeführt, diese zeigt ein signifikantes Ergebnis ($p\text{-Wert} = < 0,001$). Die Mittelwerte der CO₂-Äquivalente der Rezepte unterscheiden sich basierend auf dem Fleischanteil.

In Abbildung 13 wurden die Rezepte hinsichtlich ihrer Gramm CO₂-Äquivalente dargestellt. Hierbei wird die Einteilung der Rezepte in die drei Kategorien, nämlich fleischlose Rezepte, Rezepte mit maximal 90 g Rohfleisch pro Portion sowie Rezepte mit mehr als 90 g Rohfleisch pro Portion näher abgebildet. Der Boxplot verdeutlicht klar, dass die Komponente Fleisch einen erheblichen Anteil an der CO₂-Bilanz hat. Es lässt sich ein eindeutiger Unterschied zwischen den Rezepten erkennen. Die vegetarische Rezeptur emittiert demnach weitaus weniger CO₂-Äquivalente. Pflanzenbasierte Lebensmittel verursachen nur einen Bruchteil an Treibhausgasen im Vergleich zu tierischen Lebensmitteln.

Abbildung 13: Gramm CO₂-Äquivalente Fleisch los, Fleisch arm und konventionelle bzw. mehr als 90 g Fleisch Rezepte



Dies steht im Einklang mit einem Bericht von Schlatter und Lindenthal (2020), wonach eine vegane Ernährungsweise die meisten CO₂-Äquivalente einspart, gefolgt von einer Ernährungsweise mit weniger Fleischanteil und einer durchschnittlichen Ernährungsweise.

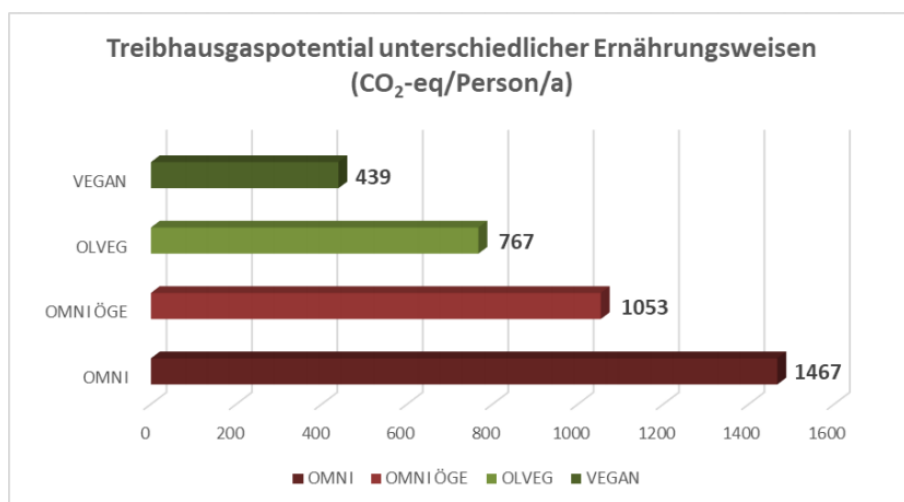
Abbildung 14 stellt die verschiedenen Ernährungsweisen hinsichtlich ihres Potentials zur CO₂-Einsparung dar. Eine durchschnittliche, omnivore Ernährungsweise verursacht 1.467 kg CO₂-Äquivalente. Wird diese auf eine erheblich gesündere Ernährungsweise wie 66% weniger Fleischanteil gewechselt, dann kann dadurch eine Treibhausgas-Einsparung von 28% pro

Person und Jahr erreicht werden. Diese ist eine an die Richtlinien der ÖGE angepasste Ernährung und verursacht im Vergleich dazu 1.053 kg CO₂-Äquivalente pro Person und Jahr. Eine vegetarische und insbesondere vegane Ernährung bewirkt eine noch größere Treibhausgas-Einsparung von 48% bzw. 70%. (Schlatzer, Lindenthal, 2020)

Tierische Erzeugnisse leisten im Ernährungssektor den größten Beitrag mit 14,5 bis 18% an den gesamten Treibhausgas-Emissionen weltweit (Schlatzer, 2011; FAO, 2006; FAO, 2013).

Des Weiteren ruft eine ovo-lacto vegetarische Ernährungsweise nur die Hälfte an CO₂-Äquivalenten hervor als die omnivore Ernährung. Das ergibt 47,7%. Das größte THG-Einsparpotential ergibt sich somit in Form einer veganen Ernährung mit nur 439 kg CO₂-Äquivalenten. Dies ist auf die fehlenden tierischen Produkte zurückzuführen. (Schlatzer, Lindenthal, 2020)

Abbildung 14: Treibhausgasbilanz der durchschnittlichen sowie der modellierten omnivoren, ovo-lacto vegetarischen sowie veganen Ernährungsweise mod. nach [Schlatzer, Lindenthal, 2020]



Anm.: OMNI = omnivor resp. durchschnittliche Ernährung in Österreich, OMNI ÖGE = gemäß Empfehlungen der ÖGE, OLVEG = ovo-lacto-vegetarisch nach ovo-lacto-vegetarischer Gießener Ernährungspyramide, VEGAN = gemäß veganer Gießener Ernährungspyramide

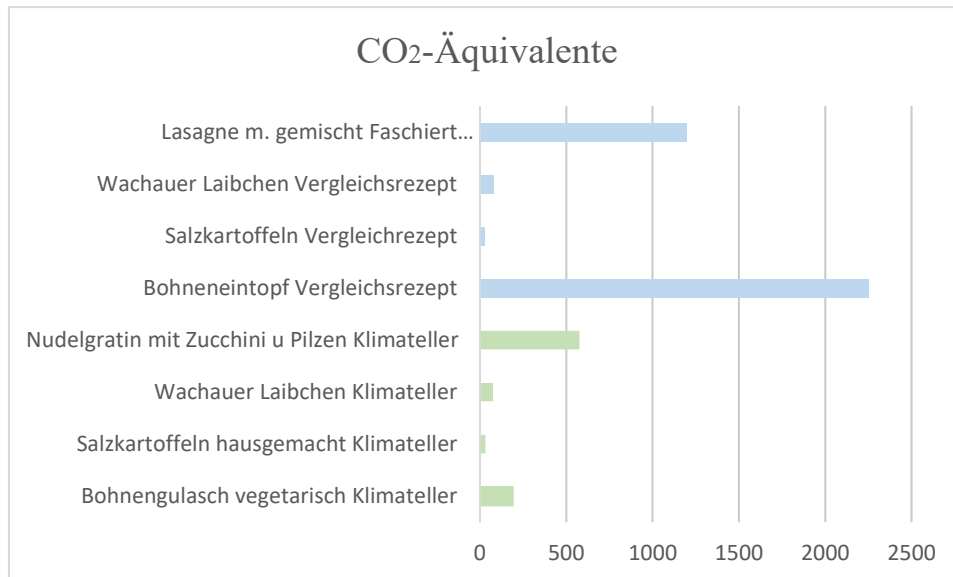
9.5 Interpretation der CO₂-Äquivalente

Im folgenden Abschnitt wird näher auf die Interpretation der CO₂-Äquivalente einzelner Rezepttage eingegangen. Hierbei wurden bestimmte Tage näher betrachtet und bezüglich ihrer CO₂-Äquivalente miteinander verglichen. Für einen besseren Überblick wurden die Daten in Diagrammen dargestellt. Die blau markierten bilden die Vergleichsrezepte Regelbetrieb und die grün markierten sind die Klimateller Rezepte. Des Weiteren wurden sowohl nationale Rezepte als auch Rezepturen mit verschiedenen Fleischanteil für einen Vergleich herangezogen.

9.5.1 CO₂-Äquivalente Klimateller und Vergleichsrezepte Regelbetrieb Tag 1

Abbildung 15 stellt die CO₂-Äquivalente von den Klimateller und Vergleichsrezepten am Tag 1 dar. Sowohl die Wachauer Laibchen als auch die Salzkartoffeln beider Rezeptvarianten zeigen nur einen geringen Unterschied hinsichtlich der CO₂-Äquivalente. Hingegen ist zwischen dem herkömmlichen Bohneneintopf (2251 g CO₂-Äquivalente) und dem vegetarischen Bohnengulasch (190 g CO₂-Äquivalente) ein deutlicher Unterschied erkennbar. Dies lässt sich ebenso bei dem Rezept Lasagne mit gemischten Faschierten (1199 g CO₂-Äquivalente) und Nudelgratin mit Zucchini und Pilzen (576 g CO₂-Äquivalente) feststellen, hier ist die Differenz doppelt so groß.

Abbildung 15: CO₂-Äquivalente Klimateller und Vergleichsrezepte Regelbetrieb Tag 1



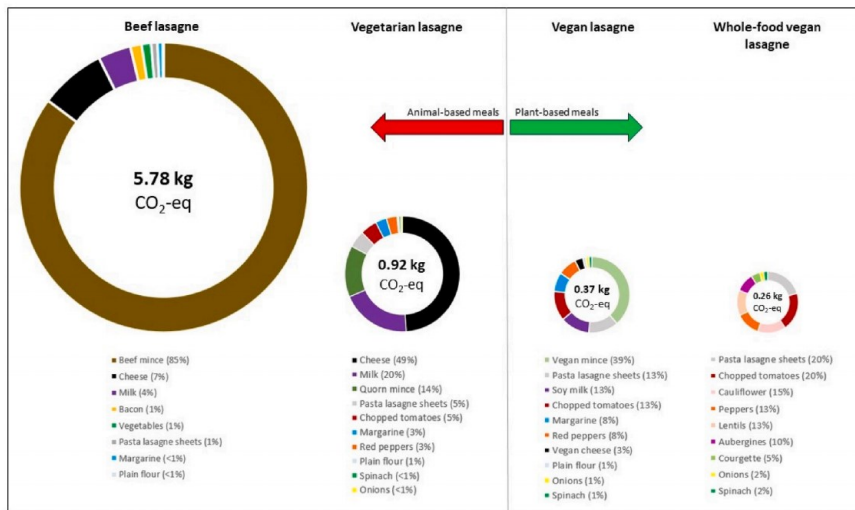
Das Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) hat die CO₂-Fußabdrücke von einigen ausgewählten Gerichten beschrieben. Hierbei wurden die Einsparpotentiale, welche sich bei gewöhnlichen Gerichten durch die Substitution bestimmter Lebensmittel erreichen lassen können, untersucht. Das herkömmliche Gericht Lasagne ergibt laut dem Ifeu einen CO₂-Fußabdruck von 1,6 kg, also 1.600 g CO₂-Äquivalente pro Portion. (Reinhardt, Gärtner, Wagner, 2020)

In einer Studie an der Universität von Bologna wurden die Umweltauswirkungen von Mahlzeiten, die in Schulkantinen angeboten werden, durch die Methode der Lebenszyklusanalyse analysiert, um die durch die Lebensmittelproduktion freigesetzten Treibhausgasemissionen zu bewerten. Die Ergebnisse zeigten, dass die Mahlzeit Lasagne 1.240 g CO₂-Äquivalente emittierte. (Volanti, 2022)

Das Treibhauspotenzial der verschiedenen Lasagne-Rezepte ist in Abbildung 16 dargestellt. Die vegane und die vegane Vollwert-Lasagne hatten das niedrigste Treibhauspotenzial mit 0,37 kg CO₂-Äquivalente bzw. 0,26 kg CO₂-Äquivalente. Im Gegensatz dazu hatte die Rindfleisch-Lasagne die höchsten CO₂-Äquivalente mit 5,78 kg, wobei Rindfleisch mit 85% den Hauptbeitrag leistete, gefolgt von Käse und Milch mit 7% bzw. 4%. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen von Schmidt Rivera und Azapagic (2019), die das Treibhauspotential einer

klassischen Lasagne auf 5 kg CO₂-Äquivalente schätzten. Hierbei leistete Rindfleisch mit 83% den Hauptbeitrag. (Takacs et al. 2022)

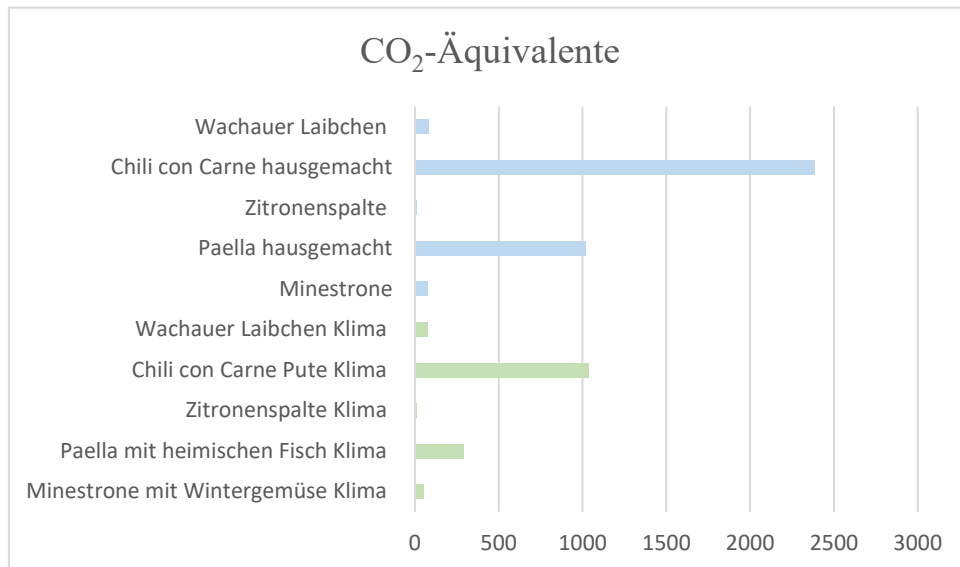
Abbildung 16: Das Treibhauspotenzial der verschiedenen Rezeptvariationen von Lasagnerichten mod. nach [Takacs et al. 2022]



9.5.2 CO₂-Äquivalente Klimateller und Vergleichsrezepte Regelbetrieb Tag 6

Abbildung 17 zeigt die CO₂-Äquivalente von 10 Rezepten. Die blau markierten stellen die Vergleichsrezepte Regelbetrieb und die grün markierten die Klimateller Rezepte dar. Es wurde für die Abbildung Tag 6 ausgewählt, da hier die Menüs ident sind, sowohl für die klimafreundliche Variante als auch für die herkömmliche Variante. Somit ergibt sich ein guter Vergleich. Die Abbildung beinhaltet zwei Vorspeisen (Suppen) und jeweils zwei Hauptspeisenvarianten. Die Paella mit heimischen Fisch (Klimateller) verursacht 291 g CO₂-Äquivalente und die Paella hausgemacht 1020 g CO₂-Äquivalente. Bei der zweiten Hauptspeisenvariante ruft das Rezept Chili con Carne mit Pute (Klimateller) 1039 g CO₂-Äquivalente hervor und das herkömmliche Rezept Chili con Carne hausgemacht 2384 g CO₂-Äquivalente. Dies zeigt, dass die Klimateller Rezepte mit Zutaten wie beispielweise regionaler Lebensmittel oder pflanzlicher Lebensmittel in Bezug auf die Ökobilanz, empfehlenswerter sind.

Abbildung 17: CO₂-Äquivalente Klimateller und Vergleichsrezepte Regelbetrieb Tag 6

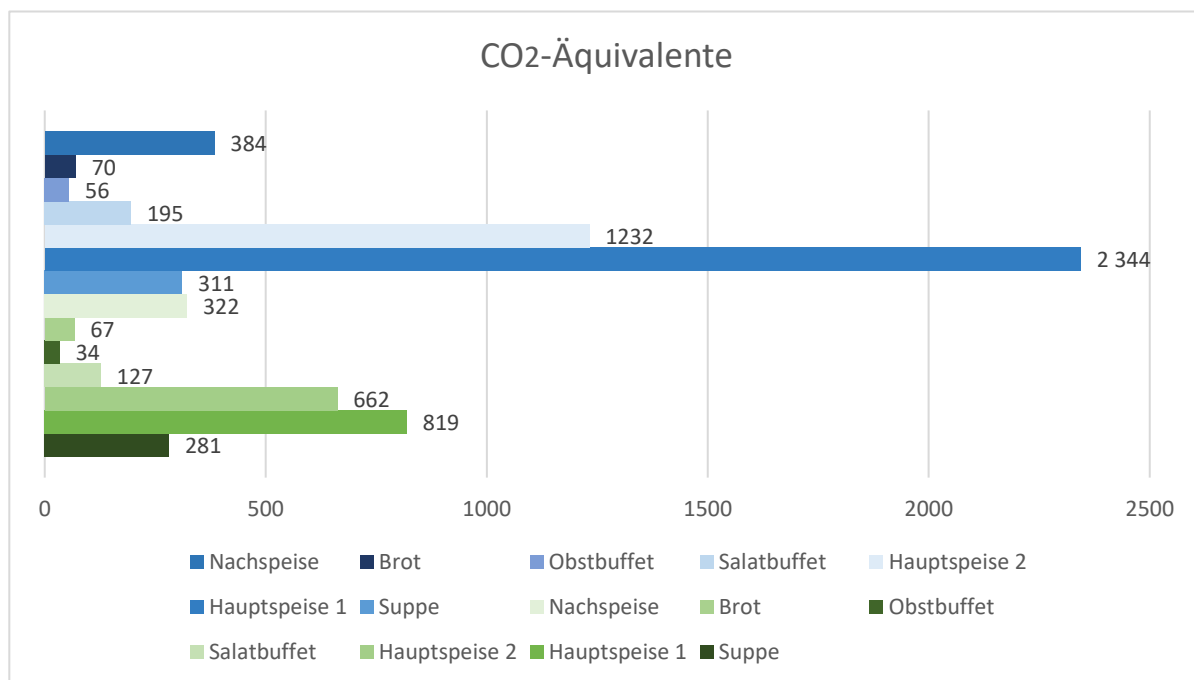


9.5.3 CO₂-Äquivalentvergleich der gesamten Speisen Tag 3

In der folgenden Abbildung werden die CO₂-Äquivalente der Vorspeisen (Suppen), zweier Hauptspeisen, und der Nachspeisen (Obstbuffet, Brot) sowohl für die Klimateller als auch für die herkömmlichen Vergleichsrezepte dargestellt. Die klimafreundlichen Rezepte sind in der Farbe Grün abgebildet und die herkömmlichen Rezepte sind in blau dargelegt. Die Hauptspeise 2, welche sich aus dem Züricher Geschnetzelten vom Schwein und dem Serviettenknödel zusammensetzt, ergibt 2344 g CO₂-Äquivalente. Im Vergleich dazu emittiert das Klimatellerrezept 819 g CO₂-Äquivalente. Dieses Rezept besteht aus einem Pilzragout und einem Spinat Serviettenknödel. Die Ergebnisse zeigen, dass Gerichte, die Fleisch enthalten, diejenigen sind, denen ein höherer CO₂-Fußabdruck zugeordnet werden kann. Neben den Zutaten, spielt auch der Transport und die Herkunft eines jeden Lebensmittels eine Rolle. Beispielsweise stößt ein Apfel aus Spanien 56 g CO₂-Äquivalente und ein österreichischer Apfel 33 g CO₂-Äquivalente pro Portion aus. Auf eine Speise bezogen, stellt es nur einen kleinen Anteil dar, wird es jedoch auf realistische Weise hochgerechnet, wie 22.000 Portionen am Tag über mehrere Monate, dann kann mit dem Kauf von regionalen Lebensmitteln, eine große Anzahl an CO₂-Äquivalenten eingespart werden. Erste Gänge belasten die Umwelt in der

Regel weniger als zweite Gänge, da sie weniger Fleisch und Milchprodukte enthalten. Beilagen, die fast ausschließlich aus Gemüse bestehen, haben die geringste Umweltbelastung. Alles in allem lässt sich an dieser Grafik gut erkennen, dass die Klimateller Rezepte eine bessere CO₂-Bilanz vorweisen und somit umweltfreundlicher sind.

Abbildung 18: CO₂-Fußabdruck der analysierten Mahlzeiten: Vorspeisen, Hauptspeisen, Beilagen und Nachspeisen Tag 3



9.5.4 Einsparungspotential der CO₂-Äquivalente

Im Folgenden wird näher auf die Interpretation der CO₂-Äquivalente eingegangen. Es wird das Einsparungspotential der CO₂-Äquivalente aller Rezepte dargestellt. Da für jeden Tag zwischen zwei verschiedenen Hauptspeisen gewählt werden konnte, wurde in den zwei nachfolgenden Tabellen das Einsparungspotential der CO₂-Äquivalente einmal mit Menü 1 und einmal mit Menü 2 berechnet. Dies wurde sowohl für die Klimateller als auch für die Vergleichsrezepte Regelbetrieb durchgeführt. Die Tabellen zeigen das Einsparungspotential der CO₂-Äquivalente für alle 12 Menüs. Des Weiteren wurden diese Werte in Prozente umgerechnet. Im Anschluss wurden die Mittelwerte berechnet und die CO₂-Äquivalente Einsparungen hochgerechnet.

Tabelle 12: Einsparungspotential CO₂-Äquivalente ÖBH Klimateller für Hauptspeise/Menü 1

	CO ₂ -Äquivalente in g pro Portion			
ÖBH Klimateller	Klimateller- Menü	Vergleichsbetrieb Regelbetrieb	Einsparung	minus CO ₂ -Äqu in %
Menü 1	858,2	3298,8	2440,7	-74%
Menü 2	1311,3	2240,3	929,0	-41%
Menü 3	1649,8	3359,7	1709,8	-51%
Menü 4	1922,8	2626,5	703,7	-27%
Menü 5	1170,3	2779,3	1609,0	-58%
Menü 6	942,8	1903,5	960,7	-50%
Menü 7	957,2	1607,8	650,7	-40%
Menü 8	1707,3	1870,3	163,0	-8,7%
Menü 9	927,8	986,7	58,8	-5,9%
Menü 10	1500,8	1698,5	197,7	-12%
Menü 11	1662,3	1549,3	-113,0	7,2%
Menü 12	1521,8	3341,3	1819,5	-54%
Mittelwert	1344,4	2271,8	927,5	-41%
	minus CO₂-Äqu/ 12 Wochen		11129,6	

Tabelle 13: Einsparungspotential CO₂-Äquivalente ÖBH Klimateller für Hauptspeise/Menü 2

	CO ₂ -Äquivalente in g pro Portion			
ÖBH Klimateller	Klimateller- Menü	Vergleichsbetrieb Regelbetrieb	Einsparung	minus CO ₂ -Äqu in %
Menü 1	1136,2	2138,8	1002,7	-47%
Menü 2	1337,3	2233,3	896,0	-40%
Menü 3	1492,8	2247,7	754,8	-34%
Menü 4	1283,8	1517,5	233,7	-15%
Menü 5	1318,3	1827,3	509,0	-28%
Menü 6	1758,8	3338,5	1579,7	-47%

Menü 7	1112,2	2179,8	1067,7	-49%
Menü 8	1597,3	2006,3	409,0	-20%
Menü 9	1245,8	2941,7	1695,8	-58%
Menü 10	1360,8	2201,5	840,7	-38%
Menü 11	1168,3	1682,3	514,0	-31%
Menü 12	967,8	2331,3	1363,5	-58%
Mittelwert	1314,95	2220,5	905,6	-41%
	minus CO₂-Äqu/ 12 Wochen		10866,6	

Die Tabellen verdeutlichen, dass jedes Klimateller Menü im Mittel 900 g CO₂-Äquivalente einspart. In Prozent umgerechnet, entspricht das etwa 40% weniger CO₂-Äquivalente als das herkömmliche Menü im Regelbetrieb. Auf 12 Wochen hochgerechnet, also 12 Menüs, ergibt das eine Einsparung von ca. 11,000 g CO₂-Äquivalenten. Das Menü, welches die meisten CO₂-Äquivalente einsparen konnte, war Menü 1 (Tabelle 12) mit einer Einsparung von 2440,7 g CO₂-Äquivalenten pro Portion. Dieses Menü besteht aus einer Kürbiscremesuppe, einem Bohnengulasch mit Salzkartoffeln und Wachauer Laibchen, einem Salatbuffet bestehend aus Gurkensalat, Krautsalat, Karottensalat, Selleriesalat, Chinakohlsalat, etc. und als Nachspeise ein Obstbuffet aus Apfel und Birne, Mischbrot und einer Topfencreme mit Beeren. In Prozent ausgerechnet ergibt das ein Minus von 74% CO₂-Äquivalente. Das Menü, welches die meisten CO₂-Äquivalente hervorruft im Vergleich zu den anderen, ist Menü 3 (Tabelle 12) mit 3359,7 g CO₂-Äquivalenten pro Portion. Jenes setzt sich aus einer Broccolicremesuppe, Züricher Geschnetzeltes vom Schwein, einem Salatbuffet, einem Obstbuffet, einem Brot und einer Nachspeise (Birnenkompott Dessert und Vanillesauce) zusammen.

Um die CO₂-Äquivalente miteinander zu vergleichen, wurde eine Studie des Heidelberger Ifeu-Instituts (Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH) herangezogen, welche die CO₂-Werte einzelner Verkehrsmittel untersucht und diese auf einen Pro-Kopf-Wert heruntergebrochen hat. Demnach verursacht ein Flugzeug 380 g CO₂ je zurückgelegtem Kilometer pro Person. Zum Vergleich ein Mittelklasse-Pkw stößt 150 g CO₂ je Kilometer pro Person und die Bahn 40 g CO₂ pro Kilometer pro Person aus. (goClimate, 2023) Werden die Menüs hinsichtlich der CO₂-Bilanz mit einer Strecke von einem Verkehrsmittel wie das Flugzeug in Relation gesetzt, dann setzt das Klimateller Menü 1 pro Portion, 2,3 g CO₂/km frei. Das Vergleichsmenü Regelbetrieb hingegen stößt 8,7 g CO₂/km aus.

Da in 12 Wochen mit den Klimateller Rezepten 11,000 g CO₂-Äquivalente pro Portion eingespart werden können, ergibt das 29 g CO₂/km mit dem Flugzeug, 73 g CO₂/km mit dem Mittelklasse-Pkw und 275 g CO₂/km mit der Bahn.

Für eine realistische Vorgehensweise werden die 11,000 g CO₂-Äquivalente pro Portion auf 48 Wochen und 10.000 Portionen hochgerechnet. Somit ergibt sich eine Einsparung von 445,2 Tonnen CO₂-Äquivalenten. Dieser Wert wird in Kilometern eines Mittelklasse-Pkw umgerechnet und kommt zu einem Ergebnis von drei Millionen Kilometern mit dem Auto.

10. SCHLUSSFOLGERUNG

Es steht außer Frage, dass der Klimawandel immer weiter voranschreitet. Aber es gibt unzählige Maßnahmen dem entgegenzuwirken. Eine Maßnahme ist die Bereitstellung eines klimaschonenden Verpflegsangebots (Klimateller) in der Gemeinschaftsverpflegung. Diese Arbeit konnte zeigen, dass die Großküchen der Gemeinschaftsverpflegung mit dem entwickelten Bewertungsmodell (FERSTL-Modell), die CO₂-Äquivalente ihrer Mahlzeiten zuverlässig berechnen können. Ebenso konnten in der Arbeit die tatsächlichen CO₂-Äquivalente anhand ausgewählter Rezepte mithilfe der Datenbank Eaternity berechnet werden und so mit der Kennzahl des Bewertungsmodell verglichen werden.

Die Arbeit kam zu dem Ergebnis, dass die Klimateller Rezepte zu einem geringeren CO₂-Ausstoß als die konventionellen Vergleichsrezepte beitragen. Die herkömmlichen Rezepte, welche Fleisch in der Rezeptur enthielten, wiesen mehr CO₂-Äquivalente auf als Klimateller Rezepturen, mit der Zutat Soja als Fleischersatz. Das ist darauf zurückzuführen, dass jene Rezepte weniger tierische Lebensmittel enthalten und sich Großteils aus einer pflanzenbasierten Ernährung zusammensetzen. Die Umweltauswirkungen tierischer Produkte, übersteigen die von pflanzlichen Produkten deutlich (Poore & Nemecek, 2018). Das größte CO₂-Einsparungspotential bieten somit fleischlose Rezepturen oder jene mit nur geringem Fleischanteil. Bei den Klimateller Rezepturen wird dieser Aspekt miteinbezogen.

Des Weiteren spielt die Herkunft eine wesentliche Rolle. Bei den konventionellen Vergleichsrezepten lag der Fokus auf Lebensmitteln aus dem Ausland. Wie schon in der Publikation von Li et al. 2022 beschrieben, verursachen Nahrungsmittel mit einem längeren Transportweg mehr CO₂-Äquivalente als regionale Lebensmittel. Dies konnte auch in der Masterarbeit festgestellt werden. Ein weiterer wichtiger Aspekt, der zu einem besseren CO₂-Fußabdruck der Klimateller Rezepte beitrug, war die Saisonalität. Gemüse wie zum Beispiel die Gurke emittieren in den Wintermonaten mehr CO₂-Äquivalente als im Sommer. Dieser Aspekt wurde ebenfalls mit der Eaternity Datenbank ermittelt. Faktoren wie Konservierung und Verarbeitung konnten keinen großen Einfluss auf den CO₂-Fußabdruck zeigen.

All diese Aspekte wurden bei den Klimateller Rezepten berücksichtigt. Großküchen der Gemeinschaftsverpflegung können somit ein klimaschonendes Verpflegsangebot bereitstellen.

Es gibt unterschiedliche Modelle und Systeme, mit denen die CO₂-Äquivalente bzw. Klimaauswirkungen von Lebensmitteln berechnet werden können. Die Datengrundlagen sind

auf verschiedenste Rechenmodelle zurückzuführen und bieten somit keinen Vergleich hinsichtlich der Ergebnisse zwischen den unterschiedlichen Modellen. Zurzeit ist kein standardisiertes Modell für Großküchen der Gemeinschaftsverpflegung vorhanden. Ebenfalls gibt es derzeit nur wenige wissenschaftlich aussagekräftige CO₂-Datenbanken für Lebensmittel. Eaternity stellt eine der wenigen Datenbanken dar, die zuverlässig CO₂-Äquivalente von Nahrungsmitteln berechnet. Da sich die Masterarbeit über die Sommer- und Wintermonate erstreckte, haben sich die CO₂-Werte einzelner Lebensmittel über die verschiedenen Jahreszeiten geändert. Außerdem enthält die Eaternity Datenbank nicht jedes einzelne Lebensmittel. Teilweise musste für manche Rezepturen, neue Lebensmittel ausgewählt werden, die der Ursprungszutat sehr ähnlich waren.

Neben dem Treibhauspotential der Ernährung gibt es auch noch weitere wichtige Faktoren die einen Einfluss auf die Umwelt haben. Dazu zählen Energieverbrauch, Wasserverbrauch, Flächenverbrauch, Waldrodung, Entsorgung der Produkte und die Versäuerung der Böden. Auf diese Punkte wurde in der vorliegenden Arbeit nicht näher eingegangen, aber dennoch sind sie für die Umwelt von enormer Bedeutung. Diese Themen bieten die Möglichkeit zur weiteren wissenschaftlichen Analyse.

Wie in allen anderen Prozessstufen in der Gemeinschaftsverpflegung ist auch bei der Zubereitung die Vermeidung von Lebensmittelabfall ein wichtiger Aspekt, der berücksichtigt werden sollte. Mit der Planung der Speisekarte können schon zu Beginn, Lebensmittelabfälle reduziert werden. Lebensmittelreste, die bei bestimmten Mahlzeiten anfallen, können für andere Gerichte verwendet werden.

Schließlich spielen die VerbraucherInnen in ihrem Kaufverhalten und in ihrer Ernährungswahl eine Schlüsselrolle in Hinsicht auf Nachhaltigkeit (Poore, Nemecek, 2018). ErzeugerInnen, einschließlich LieferantInnen, VerarbeiterInnen, GroßhändlerInnen und EinzelhändlerInnen, besitzen die Option, die Anteile lokaler Lebensmittelmärkte zu erhöhen, indem sie die Qualität, den Zugang, das Angebot und die Attraktivität von lokalem Gemüse und Obst, Fleisch und Geflügel, Milchprodukten sowie Meeresfrüchten verbessern (Spencer, Kneebone, 2007; Abate-Kassa, Peterson, 2011).

Eine Änderung des Verhaltens und der Einstellung der VerbraucherInnen in Bezug auf nachhaltige Ernährung und die Vermeidung von LebensmittelherstellerInnen mit hoher Umweltbelastung können jedoch mehr Umweltvorteile mit sich bringen, als HerstellerInnen es könnten (Poore, Nemecek, 2018). Es besteht weiterhin Forschungsbedarf an detaillierten Analysen zur Gestaltung und Akzeptanz klimaschonender Speisenangebote.

Allen Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung in Österreich wird die Möglichkeit geboten, ein klimafreundliches Speisenangebot an die Verbraucher bereitzustellen. Das Beste an einer klimafreundlichen Ernährung ist, dass ein jeder dazu beitragen kann.

Abschließend kann für die anfangs erläuterte Fragestellung gesagt werden, dass das validierte Bewertungssystem eine verlässliche Klimakennzahl generieren kann, die mit den tatsächlichen CO₂-Äquivalenten signifikant korreliert. Somit können Großküchen der Gemeinschaftsverpflegung bei der Bereitstellung eines klimaschonenden Verpflegsangebots (Klimateller) unterstützt werden. Mithilfe statistischer Tests konnten signifikante Ergebnisse erzielt werden, welche die Zuverlässigkeit des Modells bestätigen.

11. ZUSAMMENFASSUNG

Klimaneutralität und Nachhaltigkeit sind zentrale Themen, welche immer mehr an Bedeutung gewinnen. Die Erzeugung, Verarbeitung und der Transport von Lebensmitteln erzeugt eine erhebliche Menge an Treibhausgasemissionen. Des Weiteren verzehren immer mehr Menschen Speisen außer Haus und bevorzugen die Großküchen der Gemeinschaftsverpflegung. Die österreichische Gemeinschaftsverpflegung sorgt dafür, dass täglich ca. 1,8 Millionen Speisen ausgegeben werden, es wird mit einem Anstieg der Mahlzeiten von 2-3% pro Jahr gerechnet (Gusenbauer et al. 2018). Hierbei bietet sich ein großes Potential zur Reduktion und Vermeidung von CO₂-Emissionen. Die Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung können durch eine individuelle Rezeptgestaltung, Speisenplangestaltung und gezielte Rohstoffauswahl einen Beitrag dazu leisten, die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Hierzu zählt ebenfalls das österreichische Bundesheer.

Mit dieser Arbeit wurde untersucht, ob das neu erstellte Bewertungsmodell (FERSTL-Modell) die tatsächlichen Treibhausgas-Emissionen widerspiegelt. Es wurden die tatsächlichen CO₂-Emissionen anhand ausgewählter Speisenzusammenstellungen, in Form von klimaschonenden Rezepten (Klimateller) und herkömmlichen Vergleichsrezepten mithilfe der Datenbank Eaternity berechnet und interpretiert. Hier wurde für jedes einzelne Lebensmittel die Herkunft, Verpackung, Transport, Verarbeitungsgrad und Konservierung bestimmt. Im weiteren Verlauf wurde mit denselben Rezepturen die Klimakennzahl mithilfe des FERSTL-Modells berechnet. Dieses schätzt die Treibhausgasemissionen von Lebensmitteln und Rezepturen anhand einer Punkteskala von 1 bis 100. Anschließend wurden sowohl die CO₂-Äquivalente, welche auf der Eaternity Berechnung beruhen, als auch die Klimakennzahlen durch eine statistische Analyse auf Signifikanz geprüft. Hierbei konnte für beide Berechnungen ein signifikantes Ergebnis festgestellt werden. Es gab einen statistisch signifikanten Unterschied ($p=0,017$) zwischen der Klimakennzahl der Klimateller Rezepte ($MW \pm SD: 57,8 \pm 22,4$) und den herkömmlichen Rezepturen ($MW \pm SD: 50,2 \pm 20,8$). Des Weiteren konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den CO₂-Äquivalenten und der Klimakennzahl aufgezeigt werden ($r = -0,652$; $p < 0,001$).

Das neu erstellte Bewertungsmodell (FERSTL-Modell) funktioniert somit und kann die Realität der Treibhausgasemissionen widerspiegeln. Durch die vorliegenden statistischen Auswertungen konnte das Bewertungsinstrument erfolgreich dargestellt werden. Das auf eine Punktbewertung basierende Modell, welches in Form einer Klimakennzahl dargestellt wird,

bietet sich als idealen Ansatz zur Verbesserung des CO₂-Fußabdrucks und der Reduktion der CO₂-Äquivalente in Großküchen an.

Des Weiteren konnte die statistische Auswertung den Unterschied der CO₂-Äquivalente ($p < 0,0001$) zwischen den Klimatellerrezepten (MW $\pm$ SD: 1329 ± 295) und den konventionellen Vergleichsrezepten (MW $\pm$ SD: 2246 ± 653) verdeutlichen. Die Klimatellerrezepte sind demzufolge, eine geeignete Alternative zu den herkömmlichen Rezepten. Jene stellen ein größeres CO₂-Einsparungspotential für österreichische Großküchen dar.

Außerdem wurden ausgewählte Rezepte mit nationalen Studien verglichen. Hier wurde der Zusammenhang der CO₂-Äquivalente mit identischen Rezepturen untersucht. Diese lagen annähernd im selben Bereich, woraufhin auf die Zuverlässigkeit von Eatarnity geschlossen werden kann.

Das Modell bietet demnach die Möglichkeit zur Reduktion von CO₂-Quellen in Großküchen. Dieses kann zukünftig Anwendung in österreichischen Großküchen finden. Darüber hinaus können die Klimateller Rezepte ebenfalls zur Minimierung von Treibhausgasemissionen beitragen. Hierbei werden die klimarelevanten Faktoren bei der Auswahl der Lebensmittel wie kurze Transportwege, saisonale und biologische Lebensmittel berücksichtigt. Daneben spielt die Art der verwendeten Nahrungsmittel eine große Rolle. Fleisch, vor allem Rindfleisch verursacht mehr Treibhausgasemissionen und wird deshalb durch pflanzliche Alternativen ersetzt.

Die Gemeinschaftsverpflegung ist in Hinsicht auf den Klimawandel von besonderer Bedeutung. Hierbei werden Lebensmittel aus der Massenproduktion eingekauft und über längere Strecken transportiert. Durch den Einkauf regionaler, saisonaler und vegetarischer/veganer Produkte lässt sich hier eine große Anzahl an Emissionen einsparen.

12. SUMMARY

Climate neutrality and sustainability are key issues that are becoming increasingly important. The production, processing and transportation of food generates a considerable amount of greenhouse gas emissions. Furthermore, more and more people are eating outside the home and prefer the canteen kitchens of communal catering. Austrian communal catering ensures that around 1.8 million meals are served every day, and the number of meals is expected to increase by 2-3% per year (Gusenbauer et al. 2018). This offers great potential for reducing and avoiding CO₂-emissions. Communal catering facilities can help to reduce greenhouse gas emissions by creating individual recipes, designing meal plans and selecting specific raw materials. This also includes the Austrian Armed Forces.

This study investigated whether the newly created assessment model (FERSTL model) reflects the actual greenhouse gas emissions. The actual CO₂-emissions were calculated and interpreted using selected food compositions as climate-friendly recipes (Klimateller) and conventional comparison recipes using the Eaternity database. The origin, packaging, transportation, degree of processing and preservation were determined for each individual food. The FERSTL model was then used to calculate the climate indicator for the same recipes. This estimates the greenhouse gas emissions of foods and recipes using a point scale from 1 to 100. Both the CO₂-equivalents, which are based on the Eaternity calculation, and the climate indicators were then tested for significance. A significant result was found for both calculations. There was a statistically significant difference ($p=0,017$) between the climate indicator of the „Klimateller“ recipes (MW $\pm$ SD: 57,8 $\pm$ 22,4) and the conventional recipes (MW $\pm$ SD: 50,2 $\pm$ 20,8). Furthermore, a statistically significant correlation between the CO₂-equivalents and the climate indicator was shown ($r=-0,652$; $p < 0,001$).

The newly created assessment model (FERSTL model) therefore works and can reflect the reality of greenhouse gas emissions. The available statistical evaluations have successfully demonstrated the evaluation tool. The model, which is based on a point evaluation and presented as a climate indicator, is an appropriate approach for improving the CO₂ footprint and reducing CO₂-equivalents in commercial kitchens.

Furthermore, the statistical analysis was able to clarify the difference in CO₂-emissions ($p < 0,0001$) between the „Klimateller“ recipes (MW $\pm$ SD: 1329 $\pm$ 295) and the conventional comparison recipes (MW $\pm$ SD: 2246 $\pm$ 653). The „Klimateller“ recipes are therefore a suitable

alternative to the conventional recipes. They represent a greater CO₂ savings potential for Austrian canteen kitchens.

Selected recipes were also compared with national studies. Here, the correlation of CO₂-equivalents with identical recipes was examined. These were approximately in the same range, which indicates the reliability of Eaternity.

The model therefore offers the possibility of reducing CO₂-sources in commercial kitchens. This can be used in Austrian canteen kitchens in the future. In addition, the „Klimateller“ recipes can also contribute to minimizing greenhouse gas emissions. Here, climate-relevant factors such as short transportation routes, seasonal and organic food are taken into account when selecting food. The type of food used also plays a major role. Meat, especially beef, causes more greenhouse gas emissions and is therefore replaced by plant-based alternatives.

Communal catering is of particular importance in terms of climate change. Here, food is purchased from mass production and transported over long distances. A large number of emissions can be saved here by purchasing regional, seasonal and vegetarian/vegan products.

13. LITERATURVERZEICHNIS

Abate-Kassa G & Peterson HC. Market access for local food through the conventional food supply chain. *Int. Food Agribus. Manage. Rev.*, 2011, 14, S.63–82.

Anderl et al. (2021): Klimaschutzbericht 2021. Hg. v. Umweltbundesamt GmbH. Wien.

Anderl et al. (2022): Klimaschutzbericht 2022. Hg. v. Umweltbundesamt GmbH. Wien.

Archer D. (2007): *Global warming: Understanding the forecast*. Malden, MA: Blackwell Pub.

Baitz M, Albrecht S, Brauner E, Broadbent C, Castellan G, Conrath P, Tikana L. LCA's theory and practice: like ebony and ivory living in perfect harmony? *Int. J. Life Cycle Assess.* 2013, 18 (1), S.5–13.

Bala A, Raugei M, Benveniste G, Gazulla C, Fullana-i-Palmer P. Simplified tools for global warming potential evaluation: when good enough is best. *Int. J. Life Cycle Assess.* 2010, 15 (5), S.489–498.

Balaguera A, Carvajal GI, Albertí J, Fullana-i-Palmer P. Life cycle assessment of road construction alternative materials: A literature review. *Resources, Conservation and Recycling*, 2018, 132, S.37-48.

Bio Austria (2010): *Produktionsrichtlinien*. Wien: Niederösterreichisches Pressehaus Druck- und Verlagsgesellschaft G.m.b.H.

Bio Austria (2023): *Earth Overshoot Day 2023 in Österreich*. Online verfügbar unter <https://www.bio-austria.at/a/konsument/earth-overshoot-day-2021-in-oesterreich/>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Bishop A. (2008): *How to reduce your carbon footprint*, Crabtree Publishing Company.

BMLFRW (2023): (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft): *Regionale Lebensmittel für Kantinen und Großküchen*. Online verfügbar unter <https://info.bml.gv.at/themen/lebensmittel/regionale-lebensmittel-initiativen/regionale-oeffentliche-beschaffung/regionale-lebensmittel-fuer-kantinen-und-grosskuechen.html>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

BMLFUW (2010): *Lebensmittelbericht Österreich 2010*.

BMLFUW (2010): (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft): *Der österreichische Lebensmittelbericht 2010*, Wien.

BMLFUW (2011): (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft): *Grüner Bericht*. Wien: AV+Astoria Druckzentrum GmbH.

BMLFUW (2013): (Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft): *Lebensmittel in Österreich Zahlen-Daten-Fakten 2013*, Wien.

Cianconi P, Betrò S, Janiri L. The Impact of Climate Change on Mental Health: A Systematic Descriptive Review. *Frontiers in psychiatry*, 2020, 11, S.74.

Cornwell A. Reducing carbon dioxide emissions in Australia: a minimum disruption approach. *Aust. Econ. Rev.* 1996, 29, S.65–81.

Creedy J, Sleeman C. Carbon dioxide emissions reductions in New Zealand: a minimum disruption approach. *Aust. Econ. Pap.*, 2005, 44, S.199–220.

Crippa M, Solazzo E, Guizzardi D, Monforti-Ferrario F, Tubiello FN, Leip A. Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature food*, 2021, 2 (3), S.198-209.

Cucurachi S, Scherer L, Guinée JB, Tukker A. Life Cycle Assessment of Food Systems. *One Earth*, 2019, 1 (3), S.292-297.

Davis J, Wallman M, Sund V, Emanuelsson A, Cederberg C, Sonesson U. (2011): Emissions of Greenhouse Gases from Production of horticultural Products – Analysis of 17 products cultivated in Sweden. Göteborg: SIK.

denkstatt (2011): The Impact of Plastic Packaging on Life Cycle Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions in Europe.

denkstatt (2020): Interne Abschätzung auf Basis von Verpackungsdaten für Deutschland.

denkstatt (2020): Interne Abschätzung auf Basis der Annahme, dass in Österreich verpackte Lebensmittel mindestens 75% des Carbon Footprints aller Lebensmittel enthalten (Lebensmittel mit hohem Carbon Footprint wie Fleisch- oder Milchprodukte werden fast zur Gänze verpackt).

denkstatt (2020): Interne Auswertung diverser Studien und Datenbanken zum Carbon Footprint von Lebensmitteln.

Earth Overshoot Day (2023): Country Overshoot Days. Online verfügbar unter <https://www.overshootday.org/newsroom/country-overshoot-days/>, letzter Zugriff am 26.3.2023.

Eaternity Institut (2023): Zur Zeit spricht jeder über die Energie, die zum Leben und zur Beförderung nötig ist. Online verfügbar unter <https://eaternity.org/foodprint/climate-change>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Eaternity Institut (2023): Die Eaternity-Story. Online verfügbar unter <https://eaternity.org/about/>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Eaternity Institut (2023): Eine solide wissenschaftliche Basis. Größte Datenbank für Umweltauswirkungen weltweit. Online verfügbar unter <https://eaternity.org/foodprint/database>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Eaternity Institut (2023): Tierschutz. Tiere gut zu behandeln, fühlt sich gut an. Online verfügbar unter <https://eaternity.org/foodprint/environmental-footprints#animal>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Eaternity Institut (2023): Gesundheits-Score. Online verfügbar unter <https://eaternity.org/foodprint/vita-score>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Eaternity Institut (2023): Ökologische Fußabdrücke - Abdeckung weiterer Aspekte der Nachhaltigkeit von Nahrungsmitteln.

Eaternity Institut (2023): Fakt #3. 3-mal pro Woche klimafreundlich Essen wird die Welt verändern. Online verfügbar unter <https://eaternity.org/foodprint/facts/fact3>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Eaternity Institut (2023): Product Specs. Online verfügbar unter https://eaternity.org/assets/product-info/2020-03-09-Eaternity-Score-ProductSpecs_EN.pdf, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Ecoinvent (2023): ecoinvent Database. Online verfügbar unter <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

ecoplus, BOKU, denkstatt, OFI (2020): Lebensmittel – Verpackungen – Nachhaltigkeit: Ein Leitfaden für Verpackungshersteller, Lebensmittelverarbeiter, Handel, Politik & NGOs. Entstanden aus den Ergebnissen des Forschungsprojekts „STOP waste – SAVE food“. Wien, Februar 2020. Online verfügbar unter: [Leitfaden_StopWaste_A4_final_web.pdf](#) (boku.ac.at), letzter Zugriff am 16.4.2023.

EEA (2023): Impacts of Europe's changing climate - 2008 indicator-based assessment. Online verfügbar unter https://www.eea.europa.eu/publications/eea_report_2008_4, letzter Zugriff am 12.2.2023.

Ein guter Tag hat 100 Punkte (2023): Ein guter Tag hat 100 Punkte... ist was? Online verfügbar unter <https://eingutertag.org/de/id-100-punkte.html>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Ein guter Tag hat 100 Punkte (2023): Was steckt hinter den 100 Punkten? Online verfügbar unter <https://eingutertag.org/de/id-100-punkte.html>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Ein guter Tag hat 100 Punkte (2023): Warum CO₂eq? Online verfügbar unter <https://eingutertag.org/de/id-100-punkte.html>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Ellens J, O'Connor I, Aleksandrowicz A, Klarmann M. (2017): Smart Chefs - Health, Climate and Environment. Conflicts and Synergies. J. Eaternity - Vollversion - Zusammenfassung - Zusammenfassung (DE).

Elmadfa I, Freisling H, Nowak V. et al. (2009): Österreichischer Ernährungsbericht 2008. 1. Aufl. Wien: Bundesministerium für Gesundheit.

Environmental Protection Agency (2023): Overview of Greenhouse Gases. Online verfügbar unter <https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-greenhouse-gases>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Ewing B, Moore D, Goldfinger S, Oursler A, Reed A, Wackernagel M. (2010a): The ecological footprint atlas 2010. Global Footprint Network, Oakland.

Ewing B, Reed A, Galli A, Kitzes J, Wackernagel M. (2010b): Calculation methodology for the national footprint accounts, 2010 edition. Global Footprint Network, Oakland.

FAO (2006): Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options, 2006a, Rom, S. 390.

FAO (2011): Global food losses and food waste – Extent, causes and prevention. Rome.

FAO (2013): Tackling climate change through livestock. Online verfügbar unter <http://www.fao.org/3/a-i3437e.pdf>, letzter Zugriff am 30.5.2023.

FAO (2019): How to Feed the World in 2050. Online verfügbar unter http://www.fao.org/fleadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf, letzter Zugriff am 12.4.2023.

Federal Ministry Republic of Austria (2023): Austrian Ecological Footprint Calculator. Online verfügbar unter <https://www.bmk.gv.at/en/topics/climate-environment/sustainable-development/ecological-footprint-calculator.html>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2023): Food systems account for more than one third of global greenhouse gas emissions. Online verfügbar unter <http://www.fao.org/news/story/en/item/1379373/icode/>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Freedman M, Jaggi B. Global Warming Disclosures: Impact of Kyoto Protocol Across Countries. Journal of international financial management & accounting, 2011, 22 (1), S.46-90.

Fullana P, Betz M, Hirsch R, Puig R. (2008): Life Cycle Assessment Applications: Results from COST Action 530. AENOR, Madrid (Primera).

Garnett T. (2008): Cooking up a storm: greenhouse gas emissions and our changing climate. Surrey: University of Surrey.

Giljum S, Hammer M, Stocker A. et al. Wissenschaftliche Untersuchung und Bewertung des Indikators „Ökologischer Fußabdruck“. Umweltbundesamt, 2007, 46, S.1-83.

Global Carbon Project (2021): Global Carbon Budget 2021. An annual update of the global carbon budget and trends. Online verfügbar unter <https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/>, letzter Zugriff am 16.4.2023.

goClimate (2023): CO₂ Ausstoß. Online verfügbar unter <https://www.goclimat.de/themen/co2-ausstoss/>, letzter Zugriff am 1.6.2023.

Granvik M, Joosse S, Hunt A, Hallberg I. (2017). Confusion and misunderstanding- Interpretations and definitions of local food. Sustainability, 9 (11), S.1–14.

Gruber A. & Holler C. (2017): Einsatz von regionalen Qualitätslebensmitteln in der Gemeinschaftsverpflegung. Studie von Bio Austria und VQL. Wien.

Gusenbauer I, Markut T, Hörtenhuber S. et al. (2018): Gemeinschaftsverpflegung als Motor für die österreichische biologische Landwirtschaft. Endbericht. Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL. Wien.

Hertwich EG & Peters GP. (2009): Carbon Footprint of Nations - A global, trade-linked analysis.

Holler C. (2001): Machbarkeitsstudie zur Maximierung des Einsatzes Biologischer Lebensmittel in Großküchen im Wiener Krankenanstaltenverbund unter Berücksichtigung der finanziellen, marktspezifischen und gesamtökologischen Aspekte. Endbericht 2001. Im Auftrag der Gemeinde Wien, Magistrats Abteilung 22 - Umweltschutz, Öko-Kauf-Projekt-Wien.

Huber E. (2015): Zusammenfassung bestehender Richtlinien zur Gemeinschaftsverpflegung in Österreich zu einer übergreifenden Leitlinie und deren Evaluierung im Bildungssektor, Masterarbeit, Universität Wien.

IBM (2023): Warum IBM® SPSS®-Software? Online verfügbar unter <https://www.ibm.com/de-de/analytics/spss-statistics-software>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

IBM Community (2023): Your ultimate guide to SPSS Statistics vs SPSS Modeler. Online verfügbar unter <https://community.ibm.com/community/user/datascience/blogs/nitin-mathur1/2019/11/14/spss-statistics-vs-modeler>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

IFPRI (2019): To Transform the Global Food System and Feed the World Sustainably, Start at the Local Level.

IPCC (2007): Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Solomon S, Qin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, Tignor M, Miller HL. (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom S.996.

IPCC (2023): AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014. Online verfügbar unter: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>, letzter Zugriff am 12.2.2023.

IPCC (2023): AR4 Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Online verfügbar unter: <https://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>, letzter Zugriff am 13.4.2023.

ISO (2006d): International Standard. Environmental Management –Life Cycle Assessment –Requirements and Guidelines. ISO 14044, Geneva, Switzerland. International Development: Committee, 2011. DIFDs Role in Building Infrastructure in Development Countries. International Development Committee, London.

Klima Teller (2023): Die Klima Teller App. Online verfügbar unter <https://www.klimateller.de/>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Klima Teller (2023): Wer steckt hinter dem KlimaTeller? Online verfügbar unter <https://www.klimateller.de/ueber-uns/>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Klima Teller (2023): Was hat unser Essen mit dem Klima zu tun? Online verfügbar unter <https://www.klimateller.de/essen-klima/>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Kramer KJ, Moll HC, Nonhebel S, Wilting HC. Greenhouse gas emissions related to Dutch food consumption. Energy Policy 27, 1998, S. 203-216.

Krüger C, Borgmann L, Antonik T, Meyer AK, Diebig M, Kay A, Schwinger Y. Datenauswertung mit SPSS. Lehrstuhl für Personalentwicklung und Veränderungsmanagement, 2012, S.1-94.

Kweku DW, Bismark O, Maxwell A, Desmond KA, Danso KB, Oti-Mensah EA, Quachie AT, Adormaa BB. Greenhouse Effect: Greenhouse Gases and Their Impact on Global Warming. 2017, 17 (6), S.1-9.

Lee CL, Keat TL, Abdul RM. Global warming mitigation and renewable energy policy development from the Kyoto Protocol to the Copenhagen Accord—A comment. Renewable & sustainable energy reviews, 2012, 16 (7), S.5280-5284.

Li M, Jia N, Lenzen M, Malik A, Wei L, Jin Y, Raubenheimer D. Global food-miles account for nearly 20% of total food-systems emissions. Nature food, 2022, 3 (6), S.445-453.

Lindendthal T, Markut T. Hörtenhuber DI S, Rudolph DI G. Warum Bio dem Klima gut tut. Bio Austria, 2010, 2, S.18-19.

Macdiarmid JJ. Seasonality and dietary requirements: will eating seasonal food contribute to health and environmental sustainability? Cambridge, UK: Cambridge University Press Proceedings of the Nutrition Society, 2014, 73 (3), S.368-375.

Meinhold K. Der ökologische Fußabdruck. Ein ganzheitlicher Bewertungsansatz von Nachhaltigkeit. Ernährung im Fokus. 2011, 11-01/11.

Nachhaltig-sein.info (2023): Lebensmittel-Transporte mit dem Flugzeug: Eine Infografik: Online verfügbar unter <https://nachhaltig-sein.info/privatpersonen-nachhaltigkeit/wirkung-von-lebensmittel-transporten-auf-umwelt-infografik>, letzter Zugriff am 24.3.23.

Nieberg H. (2009): Auf den Nahrungskonsum zurückzuführende THG-Emissionen. In: Osterburg B, Nieberg H, Rüter S, Isermeyer V, Haenel HD, Hahne J, Krentler JG, Paulsen HM, Schuchardt F, Schweinle J, Weiland P. (Hrsg.): Erfassung, Bewertung und Minderung von Treibhausgasemissionen des deutschen Agrar- und Ernährungs- sektors. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie 03/2009. Braunschweig.

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration, (2022): Earth System Research Laboratory. Global Monitoring Division: Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatory. Online verfügbar unter <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/mlo.html>, letzter Zugriff am 16.4.2023.

Österreichisches Bundesheer (2022): Fachtag Klimaschutz in der Gemeinschaftsverpflegung. Online verfügbar unter https://www.nabe.gv.at/wp-content/uploads/2022/10/221004_OeiR_Fachtag_WS02_Praesentationen-gesamt.pdf, letzter Zugriff am 18.5.2023.

Paulsen HM, Schuchardt F, Schweinle J. et al. (2009): Erfassung, Bewertung und Minderung von Treibhausgasemissionen des deutschen Agrar- und Ernährungssektors. Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie. Braunschweig: vTI.

Poore J, Nemecek T. Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360, 2018, S.987–992.

Pölz W. (2007). Emissionen der Fernwärme Wien 2005. Ökobilanz der Treibhausgas- und Luftschadstoffemissionen aus dem Anlagenpark der Fernwärme Wien GmbH. Report REP-0076. Wien: Umweltbundesamt GmbH.

Pradhan P, Lüdeke MK B, Reusser DE, Kropp JP. Food self-sufficiency across scales: how local can we go? *Environ. Sci. Technol.* 2014, 48, S.9463–9470.

Prather MJ, Hsu J, DeLuca NM. et al. Measuring and modeling the lifetime of nitrous oxide including its variability. *Journal of Geophysical Research*, 2015, 120 (11), S.5693-5705.

Quantis (2020): DIG IN - a landscape of business actions to cultivate a sustainable + resilient food system. Online verfügbar unter <https://quantis-intl.com/report/dig-in-food-report/>, letzter Zugriff am 16.4.2023.

Raab M, Brunklaus B, Pöchltrager S. Gegenüberstellung von importierten Biogurken aus Spanien und heimischen konventionellen Gurken in der Winterzeit anhand des CO₂-Fußabdruckes. *Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie*, 2013, 23, S.171-180.

Ranjan R, Rath H. Mounting environmental concern: carbon footprints – an analysis of the concept and its criticism. *International Journal of research and analysis*, 2014, 2, S.141-154.

Referat Gemeinschaftsverpflegung und Qualitätssicherung (2022): Verpflegung gesundheitsfördernd und nachhaltig gestalten. Online verfügbar unter <https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/fm/dgewissen/DGEwissen-03-2020-Verpflegung-nachhaltig.pdf>, letzter Zugriff am 16.4.2023.

Reinhardt G, Gärtner S, Münch J. et al. (2009). Ökologische Optimierung regional erzeugter Lebensmittel: Energie- und Klimagasbilanzen. Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (ifeu). Heidelberg.

Reinhardt G, Gärtner S, Wagner T. Ökologische Fußabdrücke von Lebensmitteln und Gerichten in Deutschland, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, 2020, S.1-22.

Riener K, Kühn FE. CO₂– Baustein des Lebens und Treiber der globalen Erwärmung. *Chem. Unserer Zeit*, 2014, 48, S.260 – 268. doi: 10.1002/ciuz.201400651.

Roller HD. Thilorier and the First Solidification of a "Permanent" Gas (1835). *Isis*. 43, 1952, 2, S.109–113. doi:10.1086/349402.

Roza G. (2008): Reducing your carbon footprint. The Rosen Publishing Group.

Satpute MS, Lamdande AG, Kadam VD, Garud SR. Life cycle assessment of food. *International Journal of Agricultural Engineering*, 6 (2), 2013, S.558–563.

Schlatter M. (2011): Tierproduktion und Klimawandel - Ein wissenschaftlicher Diskurs zum Einfluss der Ernährung auf Umwelt und Klima, LIT, Wien, Münster, Berlin, S. 224.

Schlatzer M, Lindenthal T. Einfluss von unterschiedlichen Ernährungsweisen auf Klimawandel und Flächeninanspruchnahme in Österreich und Übersee (DIETCCLU), StartClim2019, BMLFUW, BMWF, ÖBf, Land Oberösterreich, 2020, S.1-34.

Schmidt Rivera X, Azapagic A. Life cycle environmental impacts of ready-made meals considering different cuisines and recipes. The Science of the total environment, 2019, 660, S.1168-1181.

Schultheis E. (2013): Contradicting settled science, Donald Trump says "nobody really knows" on climate change. CBS News.

Spencer S, Kneebone M. FoodMap: A Comparative Analysis of Australian Food Distribution Channels (Australian Government Department of Agriculture, Fisheries and Forestry, 2007).

Sommer M, Sinabell F, Streicher G. Ein Ausblick auf die Treibhausgasemissionen in Österreich 2021 und 2022. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung. 2021, 119, S.1-33.

Statistik Austria (2012). Versorgungsbilanz für Gemüse von 2005/06–2010/11.

Stenmarck Å, Jensen C, Quested T. et al. (2016). Estimates of European food waste levels. Report of the project FUSIONS (contract number: 311972) granted by the European Commission (FP7). ISBN 978-91-88319-01-2.

Stucki M. (2015): Review der CO₂-Datenbank von Eaternity. Online verfügbar unter https://eaternity.org/assets/de/2015-06-10-Review_Eaternity_Datenbank_v1-0-Stucki_2015.pdf, letzter Zugriff am 7.12.2021.

Takacs B, Stegemann JA, Kalea AZ, Borrión A. Comparison of environmental impacts of individual meals - Does it really make a difference to choose plant-based meals instead of meat-based ones? Journal of cleaner production, 2022, 379, S.1-15.

Tian H, Xu R, Canadell J. et al. A comprehensive quantification of global nitrous oxide sources and sinks. Nature (London), 2020, 586 (7828), S.248-256.

The Royal Society (2010): Climate change: A summary of the science. London: The Royal Society Science Policy Centre.

Umweltbundesamt (2023): Atmosphärische Treibhausgas-Konzentrationen. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/atmosphaerische-treibhausgas-konzentrationen#kohlendioxid->, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Umweltbundesamt (2023): Zu erwartende Klimaänderungen bis 2100. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimawandel/zu-erwartende-klimaaenderungen-bis-2100>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Umweltbundesamt (2023): Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/internationale-eu-klimapolitik/klimarahmenkonvention-der-vereinten-nationen-unfccc>, letzter Zugriff am 10.4.2023.

Umweltbundesamt GmbH (2023): Klimawandelanpassung. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.at/umwelthemen/klima/klimawandel>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Umweltbundesamt GmbH (2023): Austria's greenhouse gas emissions in 2019. Outlook to 2030. National greenhouse gas inventory. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.at/en/news210122en>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Umweltbundesamt GmbH (2023): Kyoto-Protokoll. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/internationale-eu-klimapolitik/kyoto-protokoll#entstehungsgeschichte-und-erste-verpflichtungsperiode>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Umweltbundesamt GmbH (2023): Internationale und EU-Klimapolitik. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/internationale-eu-klimapolitik#internationale-klimapolitik>, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Umweltbundesamt GmbH (2023): Klimamodelle und Szenarien. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/klimafolgen-anpassung/folgen-des-klimawandels/klimamodelle-szenarien#was-sind-klimamodelle>, letzter Zugriff am 16.3.2023.

Umweltbundesamt GmbH (2023): THG-Emissionstrend und Stand Zielerreichung. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.at/klima/treibhausgase>, letzter Zugriff am 9.4.2023.

United Nations Framework Convention on Climate Change (2023): Glasgow Climate Change Conference – October- November 2021. Online verfügbar unter <https://unfccc.int/conference/glasgow-climate-change-conference-october-november-2021>, letzter Zugriff am 15.4.2023.

United Nations Framework Convention on Climate Change (2023): The Glasgow Climate Pact – Key Outcomes from COP26. Online verfügbar unter <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-glasgow-climate-pact-key-outcomes-from-cop26>, letzter Zugriff am 15.4.2023.

Unser Heer (2010): "Was sollen die Soldaten essen ...?" Online verfügbar unter <https://www.bundesheer.at/truppendienst/ausgaben/artikel.php?id=978>, letzter Zugriff am 15.4.2023.

Unser Heer (2021): Bundesheer: Start des "Klimatellers" in allen Kasernen. Online verfügbar unter <https://www.bundesheer.at/cms/artikel.php?ID=11075>, letzter Zugriff am 15.4.2023.

Verband für Unabhängige Gesundheitsberatung (2023): Hohe Umweltbelastung durch Lebensmitteltransporte. Online verfügbar unter <https://www.ugb.de/forschung-studien/hohe-umweltbelastung-durch-lebensmitteltransporte/>, letzter Zugriff am 15.4.2023.

Verband für Unabhängige Gesundheitsberatung (2023): Flugtransporte von Lebensmitteln. Online verfügbar unter <https://www.ugb.de/lebensmittel-im-test/flugtransporte-von-lebensmitteln/>, letzter Zugriff am 24.3.2023.

Verbraucherzentrale (2021): Klimaschutz schmeckt. Tipps zum Klima-gesunden Essen und Einkaufen. Online verfügbar unter https://www.verbraucherzentrale.de/sites/default/files/2019-05/Flyer_Klimaschutz_schmeckt.pdf, letzter Zugriff am 15.4.2023.

Vermeulen SJ, Bruce M. Campbell BM, Ingram J SI: Climate Change and Food Systems: Annual Review of Environment and Resources. 2012, 37 (1), S. 195-222.

Volanti M, Arfelli F, Neri E. et al. Environmental Impact of Meals: How Big Is the Carbon Footprint in the School Canteens? Switzerland: MDPI AG Foods, 2022, 11 (2), S.1-10.

Wackernagel M, Kitzes J. Ecological footprint. Jorgensen SE, Fath B (Hg.): Encyclopedia of Ecology. Oxford, Academic Press, 2008, S.1031-1037.

Webseite der Europäischen Kommission (2023): Übereinkommen von Paris. Online verfügbar unter Übereinkommen von Paris (europa.eu), letzter Zugriff am 10.2.2023.

Website der Europäischen Kommission (2023): Klima- und Energiepaket 2020. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2020-climate-energy-package_de, letzter Zugriff am 15.4.2023.

Website der Europäischen Kommission (2023): Klima- und energiepolitischer Rahmen bis 2030. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_de, letzter Zugriff am 14.4.2023.

Wiener Umweltschutz (2018): Rechtsgrundlagen zum Thema. Online verfügbar unter <https://wua-wien.at/klimaschutz-klimawandelanpassung-und-resilienz/rechtsgrundlagen-zum-thema>, letzter Zugriff am 9.01.2022.

World Population Review (2023): Ecological Footprint by Country 2022. Online verfügbar unter <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/ecological-footprint-by-country>, letzter Zugriff am 15.4.2023.

WWF Deutschland (2012): Klimawandel auf dem Teller. Online verfügbar unter [Klimawandel_auf_dem_Teller.pdf](https://www.wwf.de/Klimawandel_auf_dem_Teller.pdf) (wwf.de), letzter Zugriff am 19.12.2022.

WWF Österreich (2021): Auswirkungen des Klimawandels. Online verfügbar unter <https://www.wwf.at/artikel/warum-klima-schuetzen/>, letzter Zugriff am 16.4.2023.

WWF Österreich (2021): Klima weltweit. Ursachen & Folgen des Klimawandels. Online verfügbar unter <https://www.wwf.at/das-schuetzen-wir/klima/klima-weltweit/>, letzter Zugriff am 8.4.2023.

WWF Österreich (2021): Lebensmittelverschwendung in österreichischen Haushalten. Was Sie unbedingt über dieses große Umweltproblem wissen sollten. Online verfügbar unter [Lebensmittelverschwendung in österreichischen Haushalten - WWF Österreich](https://www.wwf.at/leben/lebensmittelverschwendung-in-oesterreichischen-haushalten), letzter Zugriff am 15.10.2021.

Xu X, Sharma P, Shu S, Lin TS, Ciais P, Tubiello FN, Smith P, Campbell N, Jain AK. Global greenhouse gas emissions from animal-based foods are twice those of plant-based foods. Nature food, 2021, 2 (9), S.724-732.

Yarrow J. (2008): How to reduce your carbon footprint: 365 simple ways to save energy, resources, and money, Duncan Baird.

Zambrano-Monserrate MA, Ruano MA, Ormeno-Candelario V, Sanchez-Loor DA. Global ecological footprint and spatial dependence between countries. *Journal of environmental management*, 2020, 272, S.111069-111069.

Zamecnik G, Schweiger S, Lindenthal T. et al. (2021): Klimaschutz und Ernährung – Darstellung und Reduktionsmöglichkeiten der Treibhausgasemissionen von verschiedenen Lebensmitteln und Ernährungsstilen. Endbericht. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Österreich.

Zarilli A. (2003). La Huerta de Europa. *Mundo Agrario* 4 (7).

Zhiyenbek A, Beretta C, Stoessel F. et al. Ökobilanzierung Früchte- und Gemüseproduktion. eine Entscheidungsunterstützung für ökologisches Einkaufen. *Nachhaltiger Konsum ETHZ*, 2016, S.1-33.