



**Klimaschutz und Ernährung – Darstellung und
Reduktionsmöglichkeiten der
Treibhausgasemissionen von verschiedenen
Lebensmitteln und Ernährungsstilen**

Endbericht

**Georg Zamecnik, Stefan Schweiger, Thomas Lindenthal, Elisabeth
Himmelfreundpointner, Martin Schlatzer**

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)
Österreich

Auftraggeber:

Ja! Natürlich Naturprodukte GmbH

Industriezentrum NÖ-Süd, Straße 3, Objekt 16, A-2355 Wiener Neudorf,

Greenpeace in Zentral- und Osteuropa

Wiedner Hauptstraße 120–124, A-1050 Wien

Wien, Oktober 2021

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	6
Zusammenfassung	7
Abstract	10
1 Ziele und Methoden	13
1.1 Fragestellungen und Ziele	13
1.2 Methoden	15
2 Einleitung und Problemstellung	16
3 Wirkung der Ernährungsstile und der Lebensmittelwahl auf die Treibhausgasemissionen	17
3.1 Auswirkungen des Ernährungsstils und der Bioernährung auf die Treibhausgasemissionen.....	17
3.1.1 Überblick über die Auswirkung verschiedener Ernährungsstile auf die Treibhausgasemissionen	17
3.1.2 Effekt der Bio-Ernährung auf Treibhausgase in Österreich.....	23
3.1.3 Auswirkung gesunder Ernährung auf Treibhausgase und Kosten für den Haushalt.....	24
3.1.4 Spill-Over-Effekte – Treibhausgase (THG) und Landverbrauch von Soja- und Palmölkonsum im Lebensmittel- und Futtermittelbereich	26
3.1.5. Auswirkungen der Reduktion des Lebensmittelabfalls auf den Flächenverbrauch.....	29
3.1.6 Lebensmittelabfall und Treibhausgase	29
3.2 Auswirkungen der Lebensmittelwahl auf die Soja- und Palmölimporte und die dadurch verursachten CO ₂ -Emissionen.....	32
4 Faktoren zur Reduktion der Klimaauswirkungen von Produkten	34
4.1 Vergleich der verschiedenen Produktionsstandards und deren Auswirkung auf die Klimabilanz von Lebensmitteln	34
4.2 Futtermittel und organische Düngemittel	36
4.2.1 Reduzierter Kraftfuttereinsatz	36
4.2.2 Landnutzungsänderung aufgrund von Sojaanbau in den Tropen.....	36
4.2.3 Düngemittel.....	37
4.3 Transportwege – Auswirkungen von Transportmitteln und Transportdistanzen	39
4.4 Emissionsreduktion bei Verpackungen	43
5 Auswirkungen verschiedener Produktionsweisen auf die Klimabilanz von ausgewählten Lebensmitteln und Darstellung von klimarelevanten Faktoren	46
5.1 Rindfleisch.....	47
5.1.1 Klimawirkung Rindfleisch – Stiermast	47
5.1.2 Klimawirkung Rindfleisch – 4 Szenarien	49

5.1.3 Vorteile extensiver, graslandbasierter Rindfleisch- und Milchproduktion – eine systemische Annäherung.....	50
5.1.4 Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen bei Rindfleisch	55
5.2 Schweinefleisch.....	56
5.2.1 Klimawirkung Schweinefleisch	56
5.2.2 Klimawirkung Schweinefleisch – 4 Szenarien	57
5.3 Eier	58
5.3.1 Klimawirkung Eier.....	58
5.3.2 Klimawirkung Eier – 4 Szenarien	60
5.4 Milch	61
5.4.1 Klimawirkung Milch	61
5.4.2 Klimawirkung Milch – 4 Szenarien.....	62
5.5 Hafermilch.....	63
5.5.1 Klimawirkung Hafermilch	63
5.5.2 Klimawirkung Hafermilch – 4 Szenarien	65
5.6 Tofu	66
5.6.1 Klimawirkung Tofu	66
5.6.2 Klimawirkung Tofu – 2 Szenarien.....	68
5.7 Brot	69
5.7.1 Klimawirkung Brot.....	69
5.7.2 Klimawirkung Brot – 4 Szenarien.....	70
5.8 Tomaten	71
5.8.1 Klimawirkung Tomaten	71
5.8.2 Klimawirkung Tomaten – 4 Szenarien.....	73
5.9 Äpfel.....	75
5.9.1 Klimawirkung Äpfel.....	75
5.9.2 Klimawirkung Äpfel – 4 Szenarien	76
5.10 Klimawirkung der 4 Szenarien: Zusammenfassung der Ergebnisse	77
6 Weitere Maßnahmen zur Reduktion der THG-Emissionen	80
6.1 Maßnahmen zur Reduktion des vermeidbaren Lebensmittelabfalls	80
6.2 Bevorzugung biologischer Produkte und verstärkt pflanzenbasierte Ernährung	81
6.3 Maßnahmen der Kreislaufschließung	83
6.4 Steigerung des Humusgehalts	86
7 Handlungsempfehlungen zur Reduktion der THG-Emissionen bei der Lebensmittelherstellung und in der Ernährung.....	88
7.1 Konsument*innen – Ernährungsempfehlungen	88
7.2 Politik	90

7.3 Landwirtschaft und tangierte Bereiche	93
7.4 Lebensmittelverarbeitung – Unternehmen	95
7.5 Handel.....	95
7.6 Bildungseinrichtungen und Medien.....	96
8 Literaturverzeichnis	98

Haftungsausschluss: Die in dieser Studie geäußerten Ansichten und Annahmen geben die Meinung der Autor*innen und nicht unbedingt die der Auftraggeber*innen wieder.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Treibhausgasbilanz der gegenwärtigen durchschnittlichen omnivoren (OMNI) sowie der modellierten omnivoren (OMNI ÖGE), ovo-lacto-vegetarischen (OLVEG) und veganen (VEGAN) Ernährungsweise (Schlatzer und Lindenthal, 2020)

Abbildung 2: Globales gesamtheitliches Einsparpotential verschiedener Ernährungsstile bezüglich Treibhausgasemissionen (in Gigatonnen CO₂-eq/Jahr) (IPCC, 2019)

Abbildung 3: Treibhausgasbilanz der gegenwärtigen durchschnittlichen omnivoren (OMNI), der modellierten omnivoren (OMNI ÖGE), der ovo-lacto-vegetarischen (OLVEG) sowie der veganen (VEGAN) Ernährungsweise (Schlatzer und Lindenthal, 2020)

Abbildung 4: Ernährungsbedingte Treibhausgasemissionen einer 4-köpfigen Familie (in kg CO₂-eq pro Woche) (eigene Darstellung nach Schlatzer und Lindenthal, 2018b). Variante IST: gegenwärtiger Warenkorb mit dem gegenwärtig hohen Fleischkonsum; Variante SOLL: gesündere Warenkörbe mit verringertem Fleischkonsum entsprechend den Empfehlungen der ÖGE; BILLIGST/REAL: Kauf von Marken- und/oder Billigstprodukten aus konventioneller Landwirtschaft; BIO: Kauf von 100 % Bioprodukten für IST- und SOLL-Variante

Abbildung 5: Ernährungsbedingte Ausgaben einer 4-köpfigen Familie in einer Woche (in €/Woche) (eigene Darstellung nach Schlatzer und Lindenthal, 2018b). Variante IST: gegenwärtiger Warenkorb mit dem gegenwärtig hohen Fleischkonsum; Variante SOLL: gesündere Warenkörbe mit verringertem Fleischkonsum entsprechend den Empfehlungen der ÖGE; BILLIGST: Kauf von Billigstprodukten aus konventioneller Landwirtschaft; REAL: Kauf von Markenprodukten aus konventioneller Landwirtschaft; BIO: Kauf von Bioprodukten

Abbildung 6: Vermeidbare Lebensmittelabfälle entlang der Wertschöpfungskette in Österreich (Obersteiner und Luck, 2020)

Abbildung 7: Klimawirkung der vermeidbaren Lebensmittelabfälle in Österreich nach Anfallsort der Abfälle (eigene Berechnungen auf Basis der Daten von Hrad et al., 2016, Hietler und Pladerer, 2017, BMNT, 2018a, Schneider, 2012)

Abbildung 8: Klimawirkung der konventionellen Eierproduktion in Österreich vor 2014 (eigene Berechnungen von 2011) und nach 2014 (aktuelle eigene Berechnungen)

Abbildung 9: Produktionsabschnitte bei der Klimawirkung von Zwiebel, eigene Berechnungen (Konv. = aus konventioneller Landwirtschaft; Bio-Premium = aus Bio-Premium-Landwirtschaft mit Richtlinien, die über die Bio-EU-Verordnung hinausgehen; Bio-EU = aus Biolandwirtschaft basierend auf der EU-Verordnung)

Abbildung 10: Klimawirkung von unterschiedlichen Transportvarianten beim Lebensmitteleinkauf (Lughofer, 2011)

Abbildung 11: Klimawirkung von Tomaten aus Österreich versus Import (auf Basis von Theurl et al., 2014). Anmerkung zu Gewächshaus Österreich konv.: Die Beheizung erfolgt in der Berechnung von Theurl et al. (2014) durch Fernwärme in den Monaten November bis März.

Abbildung 12: CO₂-eq-Emissionen für Brot, biologische und konventionelle Produktion (Lindenthal, 2020, basierend auf Daten des FiBL)

Abbildung 13: CO₂-eq-Emissionen für Kuhmilch, biologische und konventionelle Produktion in Österreich (Lindenthal, 2020, basierend auf Daten des FiBL)

Abbildung 14: Klimawirkung der österreichischen Rindfleischproduktion (bio und konventionell) aus Stiermast inkl. Spannweite der europäischen Stiermast-Produktion in Gramm CO₂-eq pro Kilogramm Schlachtgewicht

Abbildung 15: CO₂-eq-Emissionen der österreichischen Rindfleischproduktion, 4 Szenarien

Abbildung 16: Klimawirkung der österreichischen Schweinefleischproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannweiten der europäischen Produktion in Gramm CO₂-eq pro Kilogramm Schlachtgewicht

Abbildung 17: CO₂-eq-Emissionen der österreichischen Schweinefleischproduktion, 4 Szenarien

Abbildung 18: Klimawirkung der österreichischen Eierproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannweiten der europäischen Produktion in Gramm CO₂-eq pro Kilogramm Eier

Abbildung 19: CO₂-eq-Emissionen der österreichischen Eierproduktion, 4 Szenarien

Abbildung 20: Klimawirkung der österreichischen Milchproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannweiten der europäischen Produktion in Gramm CO₂-eq pro Liter Milch (3,5 % Fettanteil)

Abbildung 21: CO₂-eq-Emissionen der österreichischen Milchproduktion, 4 Szenarien

Abbildung 22: Klimawirkung der europäischen Hafermilchproduktion (konventionell) aus der internationalen wissenschaftlichen Literatur inkl. Spannweiten in Gramm CO₂-eq pro Liter Hafermilch

Abbildung 23: Vergleich der Klimawirkung von verschiedenen Milchgetränken (nicht angereichert) in kg CO₂-eq pro Liter (Jungbluth et al., 2020)

Abbildung 24: CO₂-eq-Emissionen von Hafermilchproduktion, 4 Szenarien: Bei „Konventionell“ stammt jeweils die Hälfte des Hafers aus internationalem und nationalem Anbau, bei „Konventionell regional“, „Bio“ und „Bio regional“ ausschließlich aus österreichischem Anbau

Abbildung 25: Klimawirkung der globalen Tofuproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannweiten in Gramm CO₂-eq pro kg Tofu

Abbildung 26: CO₂-eq-Emissionen von Tofu, 2 Szenarien

Abbildung 27: Klimawirkung der österreichischen Brotproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannweiten der europäischen Produktion in Gramm CO₂-eq pro Kilogramm

Abbildung 28: CO₂-eq-Emissionen der österreichischen Brotproduktion, 4 Szenarien

Abbildung 29: Klimawirkung der österreichischen Tomatenproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannweiten in Gramm CO₂-eq pro kg Tomaten

Abbildung 30: Klimawirkung von Tomaten aus Österreich versus. Import (Modellierung auf Basis von Theurl, 2008 u. Theurl et al., 2014). Anmerkung: Die Beheizung von Gewächshaus Österreich konv. in der Berechnung bei Theurl et al. (2014) erfolgt durch Fernwärme in den Monaten November bis März

Abbildung 31: CO₂-eq-Emissionen von Tomatenproduktion, 4 Szenarien

Abbildung 32: Klimawirkung der österreichischen Apfelproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannweiten der globalen Produktion in Gramm CO₂-eq pro Kilogramm

Abbildung 33: CO₂-eq-Emissionen von Äpfeln in Abhängigkeit von der Lagerdauer

Abbildung 34: CO₂-eq-Emissionen der Apfelproduktion, 4 Szenarien

Abbildung 35: Klimawirkung der 4 Szenarien in %. Mittelwert aller neun Produkte. Referenzwert = Konventionell = 100 %

Abbildung 36: Klimawirkung der 4 Szenarien in %. Mittelwert der vier tierischen Produkte (Rindfleisch, Schweinefleisch, Eier, Milch). Referenzwert = Konventionell = 100 %

Abbildung 37: Klimawirkung der 4 Szenarien in %. Mittelwert der fünf pflanzlichen Produkte (Hafermilch, Tofu, Brot, Tomaten, Äpfel). Referenzwert = Konventionell = 100 %

Abbildung 38: Klimawirkung der 4 Szenarien in %. Mittelwert der drei Produkte, die nicht durch die heimische Produktion gedeckt sind (Hafermilch, Tofu, Tomaten). Referenzwert = Konventionell = 100 %

Abbildung 39: Treibhausgasbilanz der durchschnittlichen gegenwärtigen Ernährung (OMNI) sowie der modellierten omnivoren (OMNI ÖGE), ovo-lacto-vegetarischen (OLVEG) und veganen (VEGAN) Ernährungsweise in der konventionellen sowie in der biologischen Variante (100 % Bioprodukte) (Schlatzer und Lindenthal, 2020)

Abbildung 40: Klimawirkung der Humusdynamik von konventionellen und biologischen Betrieben, eigene Darstellung auf Basis von Hülsbergen und Rahmann (2015)

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verschiedene Vorstudien hinsichtlich des Reduktionspotentials von Treibhausgasen durch den Umstieg auf optimierte omnivore, ovo-lacto-vegetarische oder vegane Ernährungsweise, ausgehend von einer durchschnittlichen omnivoren Ernährung (in %) (Schlatzer und Lindenthal 2020)¹

Tabelle 2: Vergleich der Richtlinien für Düngemittel in den Bio-EU-, Bio-Austria- und Bio-Premium-Standards. Quellen: Bio-EU-Verordnung (2008), Bio Austria (2020), Ja! Natürlich (2021), Prüf nach! (2020)

Tabelle 3: Vergleich der Richtlinien für Futtermittel in den Bio-EU-, Bio-Austria- und Ja! Natürlich Standards. Quellen: Bio-EU-Verordnung (2008); Bio Austria (2020), Ja! Natürlich (2021), Prüf nach! (2020)

Tabelle 4: Klimawirkung von unterschiedlichen Transportmitteln, Quelle: Ecoinvent 3

¹ Basierend auf Netto-Verzehr (ohne Lebensmittelabfall und Import-Exportbilanz).

Zusammenfassung

Die gegenwärtige Ernährungsweise verursacht hohe Emissionen von Treibhausgasen (THG) entlang der gesamten Lebensmittel-Wertschöpfungskette. In Österreich und auch weltweit betragen die ernährungsbedingten THG-Emissionen in Summe ca. 20–30 % an den gesamten THG-Emissionen. Lebensmittelproduktion, -konsum und -handel haben somit großen Einfluss auf den anthropogen verursachten Klimawandel sowohl auf nationaler wie auch auf globaler Ebene. Konsum von pflanzlichen oder tierischen Lebensmitteln, Produktionsstandards (biologisch/konventionell), Regionalität, Saisonalität, Wahl der Verpackung und zurückgelegte Transportwege wirken sich sehr unterschiedlich auf die CO₂-Bilanz eines Produkts aus. Dabei besteht das Problem, dass es für Konsument*innen schwierig ist, auf Basis nachvollziehbarer Informationen klimafreundliche Entscheidungen beim Lebensmittelkonsum zu treffen.

Diese Arbeit verfolgt das Ziel, die Treibhausgasemissionen von verschiedenen Ernährungsstilen sowie ausgewählter pflanzlicher und tierischer (Bio-)Produkte in verschiedenen Produktionsstandards und unterschiedlicher Herkunft vergleichend darzustellen, um eine fundierte Grundlage zur Entscheidungsfindung zu liefern. Dabei wird auf einflussreiche und -arme Stellgrößen in der Klimabilanz eingegangen. Besonders wird der Fokus auf den Vergleich von biologischen und konventionellen Produktionsstandards gerichtet sowie auf produktions- und konsumbezogene Aspekte wie Regionalität, Saisonalität, Verpackung, Transport, Lebensmittelabfälle und Kohlenstoffspeicherung im Boden. Aus den Analysen werden Handlungsempfehlungen zur Reduktion der THG-Emissionen in der Ernährung für Konsument*innen, Politik, Landwirtschaft, lebensmittelherstellende sowie -verarbeitende Betriebe und Handel abgeleitet.

Mit Hilfe von Literatur- und Datenbankrecherchen wurden zunächst einerseits Studien zu gegenwärtigen Ernährungsweisen und Warenkörben ausgewertet sowie verfügbare CO₂-Emissionsfaktoren gesammelt, auf Vergleichbarkeit und Datenqualität geprüft und vergleichend dargestellt. Darauf aufbauend wurden CO₂-Bilanzierungen (Life Cycle Assessment, LCA) bzw. -Modellierungen erstellt, um die Fragestellungen rund um die Themenbereiche Regionalität oder den Einfluss von Transport und Verpackung zu beantworten. Für ausgewählte Lebensmittel (Brot, Eier, Milch, Hafermilch, Tomaten, Äpfel, Tofu, Schweine- und Rindfleisch) wurde die Klimabilanz entlang der Wertschöpfungskette, von der landwirtschaftlichen Produktion bis zum Handel (Cradle to Point of Sale), für jeweils vier Szenarien in Österreich berechnet (LCA). Diese Szenarien bilden die Produktionsstandards Biologisch und Konventionell sowohl in regionaler als auch nicht-regionaler

Ausprägung ab und setzen sich wie folgt zusammen: Konventionell, Konventionell regional, Bio, Bio regional.

Die mit Abstand wichtigste Stellschraube im Ernährungssektor hinsichtlich Klimaauswirkungen ist die **Ernährungsweise per se**. Das bedeutet, dass 28 % (omnivor, nach ÖGE-Empfehlungen reduzierter Fleischkonsum) bzw. 47 % (ovo-lacto-vegetarisch) und 70 % (vegan) der Treibhausgasemissionen der gegenwärtigen durchschnittlichen Ernährung (mit dem nach wie vor deutlich zu hohen Fleischkonsum) eingespart werden können.

Die **Wahl von Bio-Produkten** hat beim gegenwärtigen Ernährungsstil und zudem aufgrund der großen (möglichen) Zielgruppe ein sehr hohes Klimaschutzpotenzial. Die vollständige Umstellung auf Bioprodukte würde 10–20 % der – wie oben erwähnt sehr hohen – Treibhausgasemissionen im Ernährungsbereich in Österreich einsparen, insbesondere beim gegenwärtigen Ernährungsstil.

Weiters kommt dem Bereich **der Reduktion vermeidbarer Lebensmittelabfälle** entlang der gesamten Lebensmittelwertschöpfungskette (inkl. insbesondere auch der Haushalte) sehr große Bedeutung für eine klimafreundliche und nachhaltige Ernährung zu.

Unabhängig vom Ernährungsstil gibt es also Maßnahmen, durch die **alle Konsument*innen einen wichtigen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase** und somit zu einer klimafreundlichen Ernährungsweise leisten können, da auch Maßnahmen mit einem prozentuell teilweise geringeren THG-Einsparungseffekt (**Reduktion der Transportwege durch saisonale Produkte und Produkte aus der Region, weniger und ökologischere Verpackung** u. a.) im Falle einer großen Verbreitung (z. B. durch Bewusstseinsbildung, Förderungen und Angebote) eine große Menge an THG-Emissionen einsparen.

Nicht außer Acht gelassen werden darf hier jedoch die **Verantwortung von Politik und Handel** in der Ausgestaltung entsprechender Rahmenbedingungen, Förderungen und Anreize für klimafreundlichen Konsum bzw. Ernährung und für eine nachhaltige klimafreundliche Landwirtschaft.

Zudem sind Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen in der **Lebensmittelverarbeitung** sehr bedeutsam. Darüber hinaus ist der Bereich **Bildung** und **Wissensvermittlung** (inkl. Bewusstseinsbildung) in Zusammenhang mit klimafreundlicher und nachhaltiger Ernährung besonders wichtig.

Die **Ergebnisse dieser Studie** zeigen, dass bei **allen 9 untersuchten Lebensmitteln das regionale Bio-Szenario die geringsten Treibhausgasemissionen verursacht**, während Szenario Konventionell (nicht

regional) durchgehend die höchsten Treibhausgasemissionen aufweist. Die Szenarien Konventionell regional und Bio ordnen sich im Mittelfeld ein, wobei die Variante Bio ebenfalls bei allen 9 Lebensmitteln z. T. deutlich geringere THG-Emissionen als die Variante Konventionell regional verursacht. Die auffälligsten Unterschiede betreffend Klimawirkung der vier Szenarien ergeben sich aus dem landwirtschaftlichen Produktionsstandard: Ob ein Lebensmittel biologisch oder konventionell produziert wird, hat bei den untersuchten Produkten gesamt gesehen den größten Einfluss auf die Klimabilanz. Die untersuchten **Bioprodukte** weisen pro kg Produkt **um durchschnittlich 25 % geringere THG-Emissionen** im Vergleich zu den konventionellen Produkten auf. Der Faktor Regionalität ist für eine verbesserte Klimawirkung ebenfalls von Bedeutung, wenn auch in geringerem Ausmaß: Diesbezüglich liegen die beiden **Regionalszenarien** im Durchschnitt **um 6–9 % niedriger** als die beiden Nicht-Regionalszenarien.

Bei den untersuchten Lebensmitteln tierischen Ursprungs (Rindfleisch, Schweinefleisch, Eier, Milch) ist der Hotspot der Klimawirkung in allen vier Szenarien ausnahmslos die Landwirtschaft. Faktoren wie Verpackung, Transport oder Verarbeitung haben hier innerhalb der verursachten THG-Gesamtemissionen einen anteilig geringen Einfluss. Bei den untersuchten pflanzlichen Produkten (Hafermilch, Tofu, Brot, Tomaten, Äpfel) lässt sich hinsichtlich Hotspots keine pauschale Aussage treffen: Die größten Treiber der Klimawirkung variieren je nach Lebensmittel und Szenario.

Möglichkeiten zu einer klimafreundlichen Ernährung und Landwirtschaft zeigen sich in dieser Arbeit ebenso deutlich wie die Notwendigkeit der **Verschränkung** mit anderen **Nachhaltigkeitskriterien und -zielen**. Dazu gehören im ökologischen Bereich u. a. Bodenschutz/Bodenfruchtbarkeit, Erhaltung/Förderung der Biodiversität und Gewässerschutz sowie im sozio-ökonomischen Bereich u. a. Ernährungssouveränität, Fairness, Transparenz, Resilienz der Betriebe und Krisenanfälligkeit/-robustheit der Lebensmittelversorgung. Diese gesamtheitliche Betrachtung verschiedener wichtiger Nachhaltigkeitsziele in Verbindung mit den Zielen eines klimafreundlichen Lebensmittelkonsums fließt in die abschließenden Handlungsempfehlungen dieser Studie mit ein.

Abstract

The current diet causes high greenhouse gas (GHG) emissions along the entire food value chain. In Austria and worldwide, food-related GHG emissions amount to approximately 20-30% of total GHG emissions. Food producers and consumers therefore have a major influence on anthropogenic climate change, both at national and global level. The consumption of plant or animal foods, the production standard (organic/conventional), regionality, seasonality, choice of packaging and transport have very different influences on the carbon footprint of a product. The problem is that it is difficult for consumers to make climate-friendly decisions about the food they consume on the basis of comprehensible information.

The aim of this study is to compare the greenhouse gas (GHG) emissions of different eating styles and selected plant and animal products in different production standards and origins in order to provide a basis for decision-making. In doing so, the influential and the weak variables in the carbon footprint will be addressed. Special focus is placed on the comparison of organic and conventional production standards as well as production- and consumption-related aspects such as regionality, seasonality, packaging, transport, food waste and carbon storage in the soil. The analyses will be used to synthesise recommendations for action to reduce GHG emissions in food for consumers, policy-makers, agriculture, food producers and processors, and trade.

Based on literature- and database-research, studies on current diets and shopping baskets were first evaluated and available CO₂ emission factors were collected. They were checked for comparability and data quality and presented in a comparative manner. CO₂ balances (Life Cycle Assessment, LCA) and models were created in order to analyse the influence of regionality, transport and packaging. For 9 selected foods (beef, pork, eggs, milk, oat milk, tofu, bread, tomatoes, apples), the carbon footprint along the value chain, from agricultural production to retail (cradle to point of sale), was determined and calculated (LCA) for four scenarios in Austria. These scenarios include the organic and conventional production standards both regionally and non-regionally and are composed as follows: conventional, conventional regional, organic, organic regional.

By far the most important opportunity for mitigation of climate-change in the food sector is the dietary choices. This means that 28% (omnivorous, reduced meat consumption according to ÖGE recommendations) or 47% (ovo-lacto-vegetarian) and 70% (vegan) of the total greenhouse gas emissions from the current average diet can be saved. The choice of organic products has a very high climate protection potential with the current dietary style and also due to the large (potential) target

group. The complete switch to organic products would save 10-20% of the - as mentioned above very high - greenhouse gas emissions in the food sector in Austria, especially with the current dietary style. The area of reduction of avoidable food waste along the whole value chain including the households also has another very important role for a climate friendly nutrition to play.

Regardless of the measure or the dietary style, every consumer can make an important contribution to the reduction of greenhouse gases (GHG) and thus to a climate-friendly diet, since even measures with a partially lower percentage GHG savings effect (reduction of transport through seasonal products and products from the region, less and more ecological packaging, etc.) can save a large amount of GHG emissions if they are widely disseminated (e.g. through awareness raising, subsidies and offers).

However, the responsibility of politics and trade in shaping the framework conditions must not be disregarded here. Political and trade measures for less greenhouse gas-intensive consumption and for sustainable climate-friendly agriculture are indispensable. Measures for a reduction of greenhouse gas emissions in food processing and educational work as well as knowledge transfer are also very important.

The results of this study show that for all 9 food products investigated, the regional organic scenario has the lowest climate impact, while the conventional (non-regional) scenario has the highest greenhouse gas (GHG) emissions, also for 9 out of 9 food products. The Conventional Regional and Organic scenarios rank in the middle, with the Organic variant also consistently causing lower GHG emissions for 9 out of 9 foods than the Conventional Regional variant. The most perceptible differences regarding the climate impact of the four scenarios result from the agricultural production standard: Whether a food is produced organically or conventionally has the greatest overall influence on the products examined and results on average in 25% lower GHG emissions per kg of product in organic production compared to conventional production. The regionality factor is also important for the climate impact, albeit to a lesser extent: the climate impact of the two regional scenarios is on average 6-9% lower than that of the two non-regional scenarios.

For the examined food of animal origin (beef, pork, eggs, milk), the hotspot of climate impact in all four scenarios is without exception agriculture. Factors such as packaging, transport or processing have a proportionally small influence here in relation to the total GHG emissions caused. For the plant products studied (oat milk, tofu, bread, tomatoes, apples), no general statement can be made regarding hotspots: The biggest drivers of the climate impact vary depending on the food and the scenario.

Opportunities for climate-friendly nutrition and agriculture are just as clearly shown in this work as the necessity of interlinking with other sustainability criteria and goals. In the ecological sphere, these include soil protection/fertility, preservation/promotion of biodiversity, water protection, and in the socio-economic sphere, food sovereignty, fairness, transparency, farm resilience and the susceptibility/robustness of the food supply to crises. This holistic view of various important sustainability goals in conjunction with the goals of climate-friendly food consumption are incorporated into the final recommendations for action which are made in this study.

1 Ziele und Methoden

1.1 Fragestellungen und Ziele

Das Projekt verfolgt folgende Fragestellungen und Ziele:

Fragestellung 1: ***Welchen Einfluss hat der Lebensmittelkonsum der Österreicher*innen auf die Treibhausgasemissionen?***

Ziel 1: Auswirkungen verschiedener **Ernährungsstile in Österreich** auf die THG-Emissionen darstellen: Konsum von Fleisch und tierischen Produkten, Lebensmittelabfall und dessen Reduktion, Effekte eines bewussten Lebensmittelkonsums, Bio als Beitrag zu einem bewussteren Lebensmittelkonsum

Ziel 2: Auswirkungen der **Lebensmittelwahl** auf die THG-Emissionen im Überblick darstellen: Bio-Anteil, Anteil regionaler und saisonaler Lebensmittel und damit auch **THG-relevante Faktoren** wie z. B. Pestizid- und Düngemiteleinsatz, lange Transportwege, Futtermittelimporte, Palmöl und Regenwaldzerstörung werden betrachtet

Fragestellung 2: ***Welche Maßnahmen werden schon jetzt gesetzt, um die klimaschädlichen Auswirkungen der Ernährung zu reduzieren, und welche Lösungswege existieren?***

Ziel 3: Vergleich der **Klimabilanzen** von **konventionellem Standard in der Landwirtschaft, Bio-Österreich-Mindeststandard** und **höheren Bio-Standards** (mit strengeren Standards z. B. Futtermittel aus Österreich oder Europa, grünlandbasierte Fütterung, kurze Transportwege, strengere Restriktionen bei der Wahl der Düngemittel)

Fragestellung 3: ***Wie wirkt sich die Produktionsweise von ausgewählten Lebensmitteln (Brot, Eier, Milch, Hafermilch, Tomaten, Äpfel, Tofu, Schweine- und Rindfleisch) auf die Klimabilanz aus?***

Ziel 4: **Kurze Analyse** und **Überblick zu den THG-Emissionen** der ausgewählten Produkte (Brot, Eier, Milch, Hafermilch, Tomaten, Äpfel, Tofu, Schweine- und Rindfleisch) und Darstellung von klimarelevanten Faktoren

Ziel 5: Modellrechnung der Klimabilanz der ausgewählten Lebensmittel (Brot, Eier, Milch, Hafermilch, Tomaten, Äpfel, Tofu, Schweine- und Rindfleisch) in vier unterschiedlichen Varianten nach Produktionsweise:

- a) konventionell
- b) konventionell regional
- c) biologisch
- d) biologisch regional

Fragestellung 4: ***Welche zusätzlichen Maßnahmen können die Klimabilanz des Lebensmittelkonsums in Österreich weiter verbessern?***

Ziel 6: Auswirkungen von **folgenden weiteren Maßnahmen auf die Reduktion der THG-Emissionen von Lebensmitteln** im Überblick darstellen:

- Reduktion der Lebensmittelverschwendung
- pflanzenbasierte Ernährung
- Maßnahmen der Kreislaufschließung, Kreislaufwirtschaft
- Steigerung des Humusgehalts (inkl. Synergien zur Steigerung der Biodiversität) etc.

Fragestellung 5: ***Welche Handlungsempfehlungen zur Reduktion der THG-Emissionen in der Ernährung können für Konsument*innen, Politik, Landwirtschaft, lebensmittelherstellende und -verarbeitende Betriebe und Handel formuliert werden?***

Ziel 7: Erarbeitung von **Handlungsempfehlungen zur Reduktion der THG-Emissionen in der Ernährung** für Konsument*innen, Politik, Landwirtschaft, lebensmittelherstellende und -verarbeitende Betriebe sowie Handel

1.2 Methoden

Folgende Methoden werden in der Studie angewandt:

- 1) Internetrecherchen, Recherche und Analyse von wissenschaftlicher Literatur (peer-reviewed)
- 2) Datenrecherche sowie -auswertung: Ökobilanz-Daten zu bestehenden CO₂-Bilanzen für Lebensmittel in
 - Ökobilanzdatenbanken wie ecoinvent, Agribalyse, Agri-Footprint, World Food LCA Database und FiBL Datenbank (Lindenthal, 2020, basierend auf Daten des FiBL)
 - Statistikdaten sowie Daten aus dem Grünen Bericht und weiteren österreichischen Erhebungen zu Erträgen in den Anbauregionen
- 3) Ergänzende Modellierungen von CO₂-Emissionen von Lebensmitteln

Zur CO₂-Bilanzierung wurde vom FiBL Österreich ein Klimabewertungsmodell entwickelt, das sich eng an die internationalen Ökobilanzierungsrichtlinien (ISO-Richtlinien 14040 und 14044) anlehnt. Die in dieser Studie durchgeführte CO₂-Bilanzierung erfasst alle relevanten Treibhausgasemissionen für einen 100-jährigen Verweilzeitraum in der Atmosphäre:

- Kohlendioxid (CO₂)
- Methan (CH₄)
- Lachgas (N₂O)

Diese drei Treibhausgase wurden entsprechend ihrer Klimawirkung als „CO₂-Äquivalente“ (CO₂-eq) zusammengefasst. Zur Berechnung der CO₂-eq-Emissionen wurde die Methode IPCC GWP 2013 100a (V1.03) verwendet. Methan hat dementsprechend die 30-fache Klimawirkung von Kohlendioxid. 1 kg Lachgas hat dieselbe Wirkung wie 265 kg CO₂. Der Untersuchungsrahmen umfasst die Wertschöpfungskette von der landwirtschaftlichen Produktion inklusive Vorketten bis zum Supermarktregal (Cradle to Point of Sale).

2 Einleitung und Problemstellung

Unser globales Ernährungssystem ist nach dem Weltklimarat IPCC für 11 bis 37 % (IPCC, 2019) bzw. zwischen 19 und 29 % der weltweiten THG-Emissionen verantwortlich (Vereinte Nationen, 2019). In Österreich sind die **THG-Emissionen, die durch den Ernährungssektor** in Summe verursacht werden, mit ca. **20–30 %** ebenfalls beträchtlich (APCC, 2014; De Schutter et al., 2015, De Schutter und Bruckner, 2016). Somit gibt es einen klaren Zusammenhang zwischen Klimakrise und Ernährung resp. der Landwirtschaft sowie der Herstellung, Handel und Konsum der Lebensmittel.

Im SDG-Bericht (SDG = Sustainable Development Goal) der Vereinten Nationen „*The future is now*“ wird die umfassende Bedeutung **eines nachhaltigen Ernährungssystems** als eines von sechs zentralen Transformationsfeldern hervorgehoben: Das Transformationsfeld „*Nahrungsmittelsysteme und Ernährungsmuster*“ hat eine Schlüsselrolle bei der Beseitigung des Welthungers und der Fehlernährung (SDG 2) und liefert zudem essentielle Beiträge zur Reduktion der Wasserknappheit (SDG 6) und des **Klimawandels (SDG 13)** sowie zum Schutz von Leben an Land (SDG 15) und in den Meeren (SDG 14) (Vereinte Nationen, 2019).

Die Nachhaltigkeitstransformation der Ernährungsstile (insbesondere in den Industrieländern und einigen Schwellenländern) sowie die der damit in Verbindung stehenden landwirtschaftlichen Produktion ist dringend erforderlich, um die SDG-Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen und die **Klimaziele des Paris Agreement** noch zu erreichen. Gerade punkto Ernährung sind pflanzliche bzw. tierische Lebensmittel, konventionelle bzw. biologische Produkte sowie Reduktion der Lebensmittelverschwendung entscheidende **Stellschrauben**, die im Rahmen dieser Studie auf ihre genaue Klimarelevanz geprüft werden.

In welchem Ausmaß der Lebensmittelkonsum in Österreich zur Klimakrise beiträgt und auf welche Maßnahmen es ankommt, um klimafreundlich zu konsumieren und zu (be)wirtschaften, wird in der vorliegenden Studie untersucht und aufgezeigt. Weitere ökologisch wichtige Kriterien (u. a. Biodiversitäts-, Gewässer- und Bodenschutz bzw. -fruchtbarkeit) sowie sozio-ökonomische Nachhaltigkeitsziele (u. a. Fairness, Transparenz, Resilienz der Betriebe, Ernährungssouveränität, Krisenanfälligkeit/-robustheit) fließen insbesondere in die abschließenden Handlungsempfehlungen mit ein. Denn Klimaschutz ist nur eines von den 17 SDG-Nachhaltigkeitszielen, die alle gleichermaßen verfolgt werden müssen, um mit der Ernährung jenes große Potential zur nachhaltigen Entwicklung auszuschöpfen, das in ihr liegt.

3 Wirkung der Ernährungsstile und der Lebensmittelwahl auf die Treibhausgasemissionen

3.1 Auswirkungen des Ernährungsstils und der Bioernährung auf die Treibhausgasemissionen

3.1.1 Überblick über die Auswirkung verschiedener Ernährungsstile auf die Treibhausgasemissionen

Die derzeitige Durchschnittsernährung in Österreich kann nicht als gesund eingestuft werden (siehe auch Rust et al., 2017). Der Fleischkonsum in Österreich ist mit 63 kg pro Person und Jahr um zwei Drittel zu hoch im Vergleich mit den aktuellen Empfehlungen der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung von 16–23 kg pro Person und Jahr (ÖGE 2017). Der Konsum von Gemüse ist hingegen deutlich zu niedrig, und hinsichtlich des Obstverzehrs ist ebenso Optimierungspotential gegeben.

Hinsichtlich der Ernährungsweise können jedoch auch anderweitige Entwicklungen wahrgenommen werden. In den letzten Jahren ist das Bewusstsein über die Bedeutung einer gesunder Ernährung sowie biologischer Produkte deutlich gestiegen, was sich an diversen Trends bezüglich Ernährungsstil und am gestiegenen Bio-Anteil im Verkauf feststellen lässt.²

Die enorme Wichtigkeit der Ernährungsgewohnheiten, v. a. in den Ländern des Globalen Nordens wie in Österreich, sowie der Produktionsweise der Nahrungsmittel wird sich in Zukunft weiter erhöhen, wenn es um Fragen des Klimawandels, der Flächenverfügbarkeit, Regenwaldabholzung (Spill-Over-Effekt unserer Ernährung) und letztendlich um die nachhaltige Ernährungssicherung und Gesundheit der (Welt-)Bevölkerung geht.

In Österreich gehen 20–30 % der THG-Emissionen auf den Ernährungssektor zurück (APCC, 2014; De Schutter et al., 2015; De Schutter und Bruckner, 2016). Hinsichtlich Ernährung sind tierische bzw. pflanzliche Lebensmittel sowie konventionelle bzw. biologische Produkte die entscheidenden Stellschrauben, um die Klimabilanz zu verbessern. Hinzu kommt der Lebensmittelabfall mit einem wichtigen weiteren Einsparungspotential an Treibhausgasen (Lindenthal und Schlatzer, 2020).

² Dementsprechend liegt auch der Anteil der biologisch bewirtschafteten Fläche auf einem Rekordhoch von etwa einem Viertel (ca. 26 %) der Gesamtfläche (Bio Austria, 2021). Auch dazu gäbe es mittel- bis langfristiges Verbesserungspotential (siehe weiters Schlatzer und Lindenthal, 2018a).

In einer Studie von Schlatzer und Lindenthal (2020) wurden vier verschiedene Ernährungsweisen miteinander verglichen: 1.) die gegenwärtig typische durchschnittliche österreichische Ernährung (OMNI – omnivor, beinhaltet Fleischkonsum), 2.) eine an die Empfehlungen der ÖGE angepasste Ernährung (OMNI ÖGE – omnivor mit geringerem Fleischkonsum), 3.) eine ovo-lacto-vegetarische Ernährung (OLVEG) sowie 4.) vegane Ernährung (VEGAN), anhand der Empfehlungen nach der vegetarischen und veganen Gießener Ernährungspyramide bzw. nach Leitzmann und Keller (2020) modelliert (siehe auch ÖGE, 2020 und Weder et al., 2020). Hinsichtlich der Aufnahme der nötigen Energiemenge und der entsprechenden Makronährstoffe wurden die vegetarischen Ernährungsformen an die Ernährungsempfehlungen der ÖGE (2017) bezüglich Kilokalorien angepasst, d. h., dass diese folgerichtig die gleiche Energieaufnahme aufweisen wie die OMNI-ÖGE-Ernährung (2.043 kcal). Die Resultate bestätigen und unterstreichen die bisherigen Ergebnisse internationaler Studien:

- Mit den jeweiligen Ernährungsweisen sind große Unterschiede verbunden. Durch den **Umstieg** von einer durchschnittlichen, omnivoren Ernährung (OMNI) mit 1.467 kg CO₂-eq/Person/Jahr auf eine an die Richtlinien der **ÖGE angepasste Ernährung** mit 1.053 kg CO₂-eq pro Person und Jahr lassen sich **28,2 % der verursachten THG-Emissionen einsparen** (siehe Abbildung 1). Das geht vor allem auf den wesentlich geringeren Anteil an Fleisch- und Wurstprodukten in der OMNI-ÖGE-Variante zurück.
- Eine **ovo-lacto-vegetarische Ernährung** (OLVEG) spart mit 767 kg CO₂-eq **gut die Hälfte** an THG ein und liegt im Vergleich zur OMNI-Ernährung bei 47,7 %.
- Das größte THG-Einsparpotential kann durch einen Umstieg auf **vegane Ernährung** (VEGAN) mit lediglich 439 kg CO₂-eq erzielt werden, was einer **Einsparung von mehr als zwei Drittel** (70,1 %) der THG-Emissionen entspricht (Schlatzer und Lindenthal, 2020).
- Das große Einsparpotential von vegetarischer bzw. veganer Ernährungsweise geht vor allem auf den reduzierten oder nicht vorhandenen Anteil an tierischen Produkten zurück.

Erläuterung (ausführlichere Beschreibung der verschiedenen Warenkörbe in der Studie von Schlatzer und Lindenthal, 2020):

Unterschied des **OMNI ÖGE** (= **omnivorer gesünderer Warenkorb** nach Rust et al., 2017; ÖGE, 2019) im Vergleich zur **OMNI-Variante** (= **omnivorer gegenwärtiger durchschnittlicher Ernährungsstil in Österreich**):

- Verringerung des Fleischkonsums von gegenwärtig 63,4 kg pro Person und Jahr (AMA, 2019) um ca. 2 Drittel auf einen von vielen Ernährungsgesellschaften maximal empfohlenen Konsum von Fleisch- und Wurstprodukten, d. h. auf ca. 20 kg Fleisch pro Person und Jahr (ÖGE 2017)
- deutliche Erhöhung der Aufnahme von Milchprodukten mit verringertem Fettgehalt (wie Joghurt) anstelle von Milchprodukten mit hohem Fettgehalt
- Reduzierung der Gesamtaufnahme von Ölen und Fetten
- deutliche Erhöhung des Gemüseanteils, ausgerichtet auf die empfohlenen 3 Portionen
- leichte Zunahme der Aufnahme von alternativen Hülsenfrüchten in Form von Linsen und Bohnen
- Erhöhung des Fischkonsums (Es ist anzumerken, dass es aus ökologischer Sicht günstig wäre, den Fischkonsum um ca. 80 % auf 1,1 kg Fisch pro Person und Jahr zu verringern und stattdessen beispielsweise 1 kg Leinöl pro Jahr für die Aufnahme von wichtigen ω -3-Fettsäuren einzuführen – ähnlich wie in den Szenarien der Studie der TU Wien sowie des Instituts für Ernährungswissenschaften; siehe Zessner et al., 2011. 95 % der Fische für den österreichischen Fischkonsum stammen nicht aus Österreich. Fast 90 % der weltweit kommerziell genutzten Fischbestände sind überfischt oder bis an ihre biologischen Grenzen befischt.)
- Reduzierung der Alkoholaufnahme sowie der freien Zucker gemäß WHO, da diesbezüglich keine empfohlenen Maximalwerte der ÖGE verfügbar sind
- markante Reduzierung von Soft Drinks sowie von Energydrinks
- Ersatz von Mineralwasser durch Leitungswasser (für THG und Flächenbedarf irrelevant, jedoch monetär gesehen relevant)

Folgende Anpassungen wurden in der **OLVEG-Variante** nach der Gießener vegetarischen Ernährungspyramide (siehe Leitzmann und Keller, 2020) im Vergleich zur OMNI-Variante vorgenommen:

- Absetzen von direkten Tierprodukten (Fleisch- und Fleischprodukte, Fisch)
- Anpassung an den Kaloriengehalt der OMNI-ÖGE-Ernährung (2.043 kcal)
- deutliche Erhöhung der Aufnahme vor allem von Milchprodukten mit verringertem Fettgehalt (wie Joghurt) anstelle von Milchprodukten mit hohem Fettgehalt
- Einführung von Leinöl (für ω -3-Fettsäuren)
- erhöhter Verzehr von Hülsenfrüchten wie Linsen, Bohnen, Fisolen, Erbsen
- Gemüseaufnahme ausgerichtet auf die empfohlenen 3 Portionen
- Reduzierung der Alkoholaufnahme sowie der freien Zucker gemäß WHO, da diesbezüglich keine empfohlenen Maximalwerte der ÖGE verfügbar sind
- markante Reduzierung von Softdrinks sowie von Energydrinks
- Ersatz von Mineralwasser durch Leitungswasser (für THG und Flächenbedarf irrelevant, jedoch monetär gesehen relevant)

Folgende Anpassungen wurden in der **VEGAN-Variante** nach der Gießener veganen Ernährungspyramide (siehe Leitzmann und Keller, 2020; Weder et al., 2020) im Vergleich zur OMNI-Variante vorgenommen:

- Absetzen aller Tierprodukte (Fleisch und Fleischprodukte, Fisch, Milch und Milchprodukte, Eier)
- Anpassung an den Kaloriengehalt der OMNI-ÖGE-Ernährung (2.043 kcal)
- deutlich erhöhter Verzehr von Hülsenfrüchten wie Linsen, Bohnen, Fisolen, Erbsen (für Protein)
- Einführung von Leinöl (für ω -3-Fettsäuren)
- Steigerung der Gemüseaufnahme, ausgerichtet auf die empfohlenen 3 Portionen
- Reduzierung der Alkoholaufnahme sowie der freien Zucker gemäß WHO, da diesbezüglich keine empfohlenen Maximalwerte der ÖGE verfügbar sind
- markante Reduzierung von Softdrinks sowie von Energydrinks
- Ersatz von Mineralwasser durch Leitungswasser (für THG und Flächenbedarf irrelevant, jedoch monetär gesehen relevant)

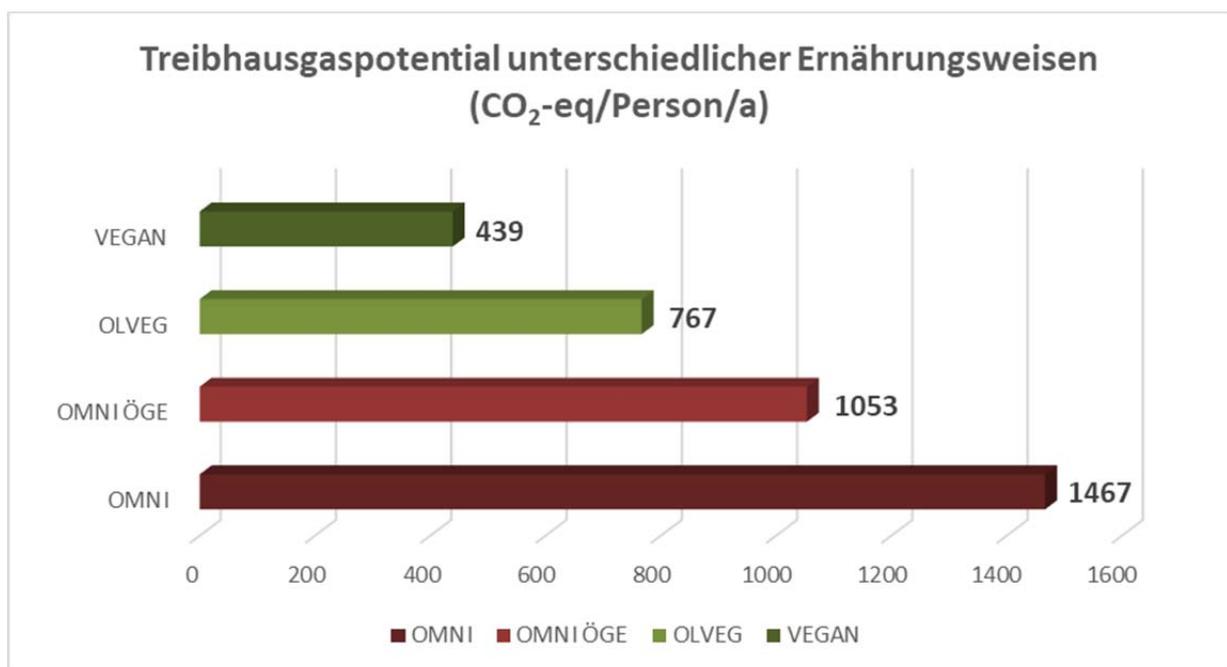


Abbildung 1: Treibhausgasbilanz der gegenwärtigen durchschnittlichen omnivoren (OMNI) sowie der modellierten omnivoren (OMNI ÖGE), ovo-lacto-vegetarischen (OLVEG) und veganen (VEGAN) Ernährungsweise (Schlatzer und Lindenthal, 2020)³

³ OMNI = omnivor bzw. gegenwärtige 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.

Beim Vergleich von Studien, die Schlatzer und Lindenthal (2020) vorangegangen sind, ist zu erkennen, dass die Reduktionspotentiale den bisher erzielten Ergebnissen entsprechen (siehe auch Tabelle 1). Aufgrund der von Schlatzer und Lindenthal (2020) gewählten Methode der Betrachtung des direkten Verzehrs anstelle des Ansatzes des nationalen Gesamtkonsums wie in vielen anderen Studien ergibt sich ein schärferes Bild des tatsächlichen Verzehrs. Die Realität in der durchschnittlichen Kalorienaufnahme pro Person in Österreich wird somit besser wiedergegeben – das erklärt auch die tendenziell niedrigeren Kalorienwerte im Vergleich zu anderen Studien im deutschsprachigen Raum.

omnivor, optimiert nach Empfehlungen	ovo-lacto- vegetarisch	vegan	Land	Quelle
-26	-46	-69		(vorl. Studie, alt, mit 2283 kcal)
	-32	-71	Österreich	Wolbart (2019)
-12	-24	-52	Deutschland	Meier und Christen (2012)
-29	-45		Deutschland	Taylor (2000)
	-25	-35	Schweiz	Jungbluth et al. (2015)
	-74	-90	Italien	Baroni u. a. (2006)
	-34	-41	Italien	Rosi et al. (2017)
	-13	-	Italien	Pairotti et al. (2015)
	-22	-35	Niederlande	van Dooren et al. (2013)
	-33	-48	Dänemark	Werner et al. (2014)
	-	-48	Finnland	Risku-Norja et al. (2009)
	-35	-50	Großbritannien	Scarborough et al. (2014)
	-22	-26	Großbritannien	Berners-Lee et al. (2012)
-1 bis +12	-33	-53	USA	Heller und Keoleian (2014)
-9 bzw. +11 bzw. +6			USA	Tom et al. (2015)
-17*			UK	Green et al. (2015)
-25			AUS	Hendrie et al. (2014)
	-26	-55	CH/D/NL	Jungbluth et al. (2012)
-13	-37	-45	global	Aleksandrowicz et al. (2016)

Tabelle 1: Verschiedene Vorstudien hinsichtlich des Reduktionspotentials von Treibhausgasen durch den Umstieg auf optimierte omnivore, ovo-lacto-vegetarische oder vegane Ernährungsweise, ausgehend von einer durchschnittlichen omnivoren Ernährung (in %) (Schlatzer und Lindenthal 2020)⁴

⁴ Basierend auf Netto-Verzehr (ohne Lebensmittelabfall und Import-Exportbilanz).

Bedeutung von (pflanzenbetonter) Ernährungsweise im Rahmen von Paris Agreement und SDGs

Die große Bedeutung der Ernährung für den Klimawandel ist mit einem Anteil von 11 bis 37 % gemäß Weltklimarat (IPCC, 2019) bzw. 19 bis 29 % laut Vereinten Nationen besonders hervorzuheben (Vereinte Nationen, 2019; Vermeulen et al., 2012). Tierische Produkte tragen mit 14,5 bis 18 % den größten Teil an den gesamten weltweit vom Menschen verursachten THG-Emissionen bei (Schlatzer, 2011; Steinfeld et al., 2006; Opio et al., 2013). Im Sonderbericht des IPCC zur Landnutzung wurde das große Potential einer mehr pflanzenbetonten Ernährung hervorgehoben (Abbildung 2) (IPCC, 2019).

Gemäß Westhoek et al. (2014) würde die Halbierung des Konsums von Fleisch, Milchprodukten und Eiern in der Europäischen Union entscheidende Effekte auf unsere Umwelt haben: Stickstoff-Emissionen würden um 40 %, THG-Emissionen ebenfalls um bis zu 40 % und die Pro-Kopf-Nutzung von Ackerland für die Lebensmittelproduktion um 23 % sinken. Die EU würde zudem Nettoexporteur von Getreide werden, der Bedarf an Soja (primär für Futtermittel) sogar um 75 % sinken (Westhoek et al., 2014).

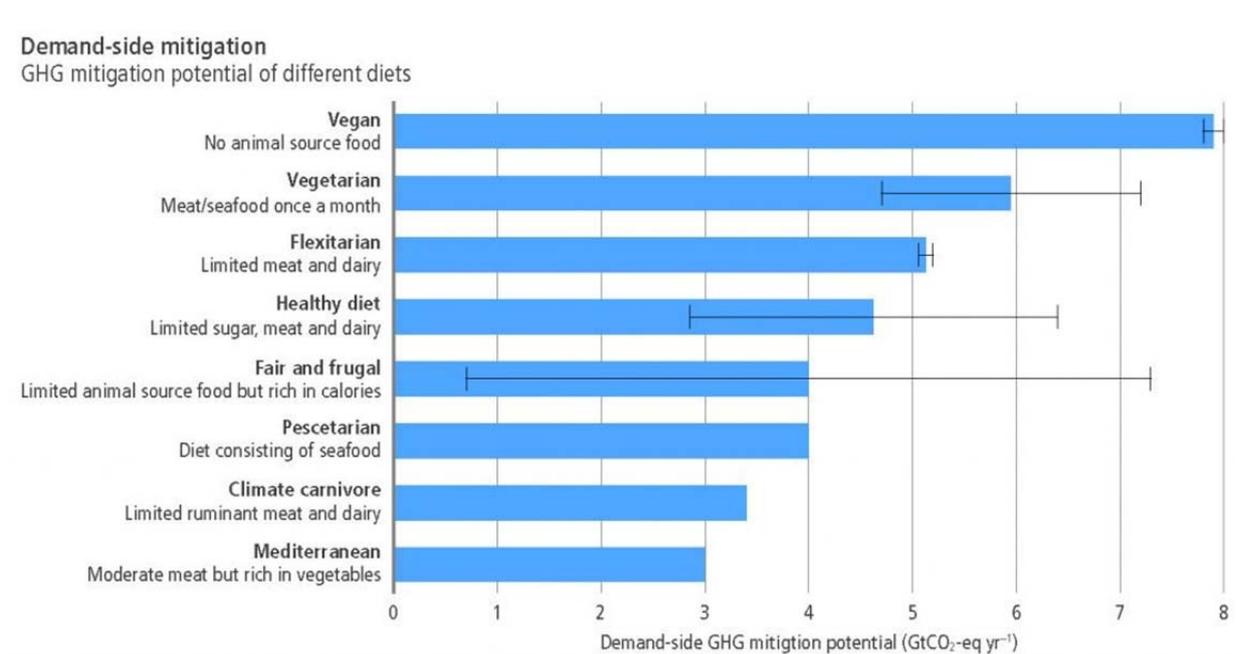


Abbildung 2: Globales gesamtheitliches Einsparpotential verschiedener Ernährungsstile bezüglich Treibhausgasemissionen (in Gigatonnen CO₂-eq/Jahr) (IPCC, 2019)⁵

⁵ In der Rubrik „Vegetarisch“ ist ein Fleisch- bzw. Fischkonsum von einmal im Monat angegeben. Per definitionem ist das klarerweise nicht korrekt, da vegetarische Ernährungsformen kategorisch Fleisch und Fleischprodukte ausschließen (Fisch ist hier die Ausnahme, da es sogenannte Halb- bzw. Pisces-Vegetarier*innen gibt). Aufgrund des Studiendesigns werden oftmals Selten-Fleisch-Esser*innen in der Rubrik der Vegetarier*innen verortet.

3.1.2 Effekt der Bio-Ernährung auf Treibhausgase in Österreich

Die Bevorzugung von biologischen Produkten ist eine weitere sehr wichtige Maßnahme, um die Klimabilanz in der Ernährung zu verbessern (Schlatzer und Lindenthal, 2020).

Ernährungsweisen in den biologischen Varianten, d. h. mit einem 100-prozentigen Anteil an biologischen Produkten, können je nach Ernährungsstil 10–20 % der Treibhausgasemissionen im Ernährungsbereich einsparen (Schlatzer und Lindenthal, 2020). Dies sind große absolute THG-Mengen, da der Ernährungssektor in Österreich mind. 20–30 % der gesamten THG-Emissionen verursacht (Lindenthal, 2020). Am deutlichsten fällt dabei das THG-Einsparpotential in der omnivoren Variante OMNI auf (also bei gegenwärtiger Ernährung), gefolgt von der OMNI-ÖGE-Variante (Abbildung 3), was das sehr große Klimaschutzpotenzial einer 100-prozentigen Bio-Ernährung besonders in der gegenwärtigen Ernährungssituation unterstreicht.

Ein Grund für die großen Unterschiede hinsichtlich des Bio-Einsparpotentials bei den omnivoren Varianten (OMNI und OMNI ÖGE) gegenüber den vegetarischen und veganen Varianten (OLVEG und VEGAN) liegt an den prinzipiell geringeren THG-Emissionen dieser beiden letzteren Varianten. Ein Faktor für das THG-Einsparpotential von tierischen biologischen Produkten – wie beispielsweise Milch – im Gegensatz zu konventionellen tierischen Produkten ist die im Schnitt um 10–20 % bessere THG-Bilanz (Lindenthal et al., 2010).

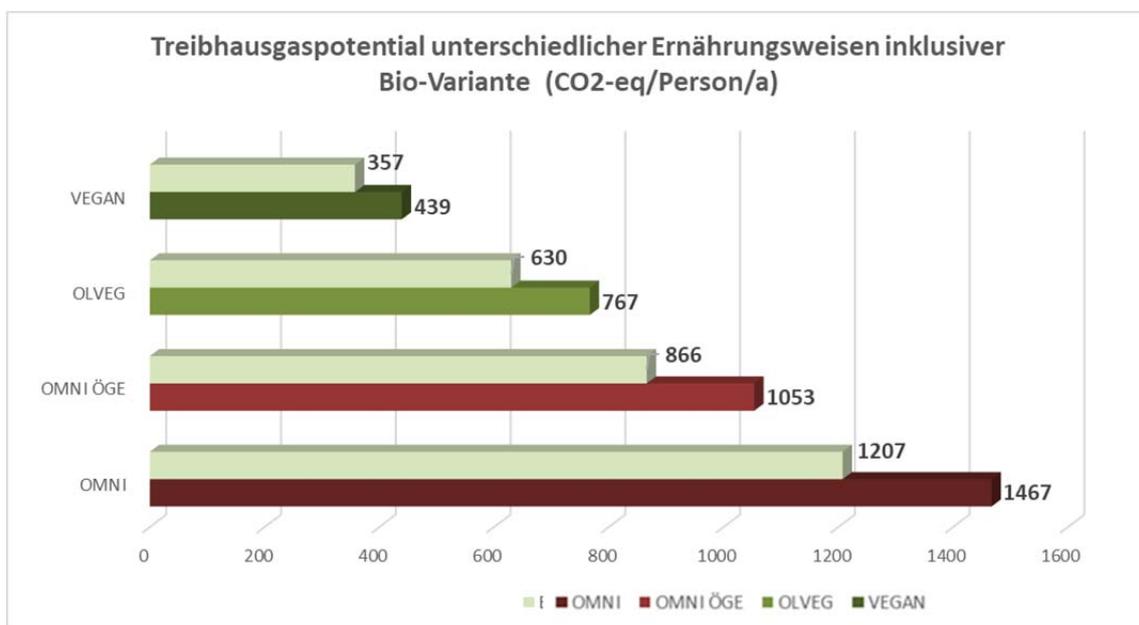


Abbildung 3: Treibhausgasbilanz der gegenwärtigen durchschnittlichen omnivoren (OMNI), der modellierten omnivoren (OMNI ÖGE), der ovo-lacto-vegetarischen (OLVEG) sowie der veganen (VEGAN) Ernährungsweise (Schlatzer und Lindenthal, 2020)⁶

⁶ OMNI = omnivor bzw. gegenwärtige 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, jeweilige BIO-VARIANTEN = hellgrün.

Der Weltklimarat IPCC (2018) hat zudem festgestellt, dass die globale Erwärmung auf 1,5° C statt 2° C zu begrenzen ist, wobei eine Erwärmung um 1,5° C bereits als kritisch zu erachten wäre. Die derzeitigen Maßnahmen reichen nicht aus, um das Pariser Klimaabkommen von 2015 und die Nachhaltigkeitsziele (SDGs) der Vereinten Nationen zu erreichen (Vereinte Nationen, 2019). Diese gesetzten Ziele werden ohne grundlegende Maßnahmen im Bereich der Ernährung bzw. Landwirtschaft, wie sie hier beschrieben werden, sehr wahrscheinlich verfehlt werden (Eat-Lancet Commission, 2019; Campbell et al., 2017).

3.1.3 Auswirkung gesunder Ernährung auf Treibhausgase und Kosten für den Haushalt

In einer Untersuchung von Schlatzer und Lindenthal (2018b) wurde eruiert, zu wie viel Prozent sich eine 4-köpfige Familie biologisch ernähren kann – bei gleichbleibenden Kosten –, wenn sie auf eine gesündere Ernährung gemäß den Empfehlungen der ÖGE umsteigt (siehe auch Kapitel 3.1.1 zu Ernährungsweise; die gesünderen Warenkörbe entsprechen den Empfehlungen zur Ernährung OMNI ÖGE; nähere Erläuterung bzw. Beschreibung der verschiedenen Warenkörbe in der Studie von Schlatzer und Lindenthal, 2020).

Nach Schlatzer und Lindenthal (2018b) ist es bei einem Umstieg auf einen gesunden Warenkorb machbar, dass man mehr als **zwei Drittel (69,5 %) des Einkaufs in Bioqualität erwirbt – ohne mehr Geld** für den Einkauf ausgeben zu müssen. Das bedeutet, dass die Kosten für einen durchschnittlichen Warenkorb einer 4-köpfigen Familie, die bei ca. 119 € pro Woche (Kauf von Marken- und Billigstprodukten/IST REAL) liegen, gleich bleiben – und zusätzlich folgende THG-Emissionen eingespart werden:

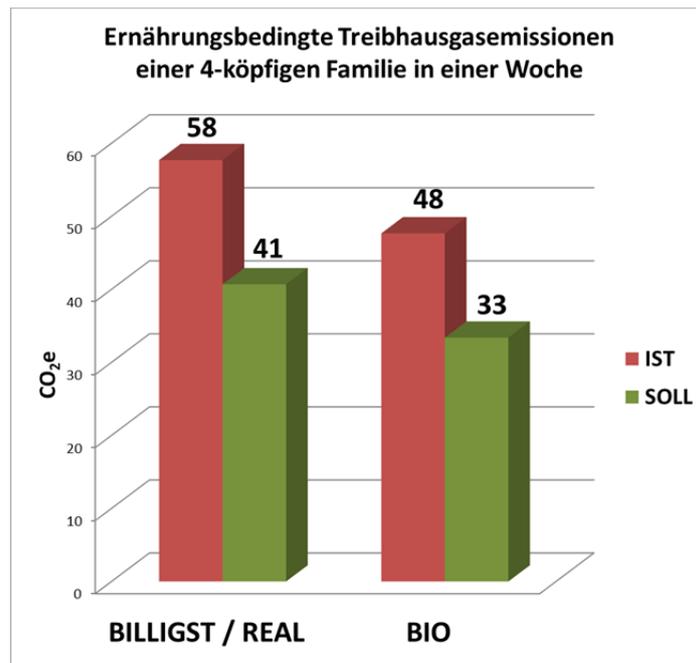


Abbildung 4: Ernährungsbedingte Treibhausgasemissionen einer 4-köpfigen Familie (in kg CO₂-eq pro Woche) (eigene Darstellung nach Schlatzer und Lindenthal, 2018b).⁷ Variante IST: gegenwärtiger Warenkorb mit dem gegenwärtig hohen Fleischkonsum; Variante SOLL: gesündere Warenkörbe mit verringertem Fleischkonsum entsprechend den Empfehlungen der ÖGE); BILLIGST/REAL: Kauf von Marken- und/oder Billigstprodukten aus konventioneller Landwirtschaft; BIO: Kauf von 100 % Bioprodukten für IST- und SOLL-Variante

Durch den Umstieg von einem Warenkorb mit 100 % konventionell erzeugten Produkten in der Variante IST (gegenwärtige Ernährung mit dem gegenwärtig hohen Fleischanteil; roter Balken links) auf einen gesünderen Warenkorb (Warenkorb Variante SOLL: Warenkorb mit verringertem Fleischkonsum nach Empfehlungen der ÖGE) mit 69,5 % Bio-Anteil lassen sich für eine 4-köpfige Familie **ca. 38 % der ernährungsbedingten Treibhausgase einsparen.**

Bereits bei einem Bio-Anteil von 32,5 % ist im Fall eines gesunden Warenkorbs (Variante SOLL) eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um ein Drittel (33 %) möglich. Damit wird auch ersichtlich, dass sich die **meisten Treibhausgasemissionen** durch den Umstieg von einem gegenwärtigen (Variante IST) zu einem **gesunden Warenkorb** (Variante SOLL) vermeiden lassen.

Das bedeutet, dass in der **gesünderen Variante mit 100 % Bioprodukten** („Bio“ in der Variante-SOLL in Abbildung 4) in Summe **ca. 43 % der anfallenden Treibhausgase** eingespart werden können gegenüber der gegenwärtigen Ernährung mit 100 % Produkten aus konventioneller Landwirtschaft („Billigst/Real“ in der Variante IST in Abbildung 4).

⁷ Billigst = Szenario mit den billigsten Produkten aus konventioneller Landwirtschaft; Real = Szenario mit einem Anteil an Markenprodukten aus konventioneller Landwirtschaft; Bio = 100 % Bioprodukte bei Lebensmitteln; Ist = gegenwärtige Ernährung (Warenkorb); Soll = Ernährung nach Gesundheitsempfehlungen der ÖGE.

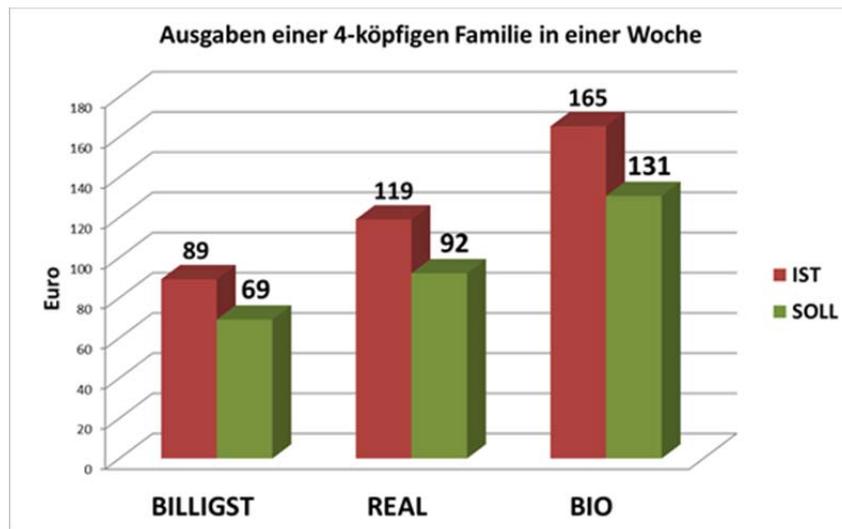


Abbildung 5: Ernährungsbedingte Ausgaben einer 4-köpfigen Familie in einer Woche (in €/Woche) (eigene Darstellung nach Schlatzer und Lindenthal, 2018b).⁸ Variante IST: gegenwärtiger Warenkorb mit dem gegenwärtig hohen Fleischkonsum; Variante SOLL: gesündere Warenkörbe mit verringertem Fleischkonsum entsprechend den Empfehlungen der ÖGE; BILLIGST: Kauf von Billigstprodukten aus konventioneller Landwirtschaft; REAL: Kauf von Markenprodukten aus konventioneller Landwirtschaft; BIO: Kauf von Bioprodukten

Wenn der wöchentliche Einkauf **von einem gegenwärtigen konventionellen Warenkorb** mit einem Anteil an Markenartikeln aus konventioneller Landwirtschaft (Variante IST REAL) **auf eine gesündere sowie 100 % Bio-Ernährung** (Variante SOLL BIO) umgestellt wird, beträgt die Differenz 12 € in der Woche – womit die **Mehrkosten bei lediglich 10 %** liegen (siehe Abbildung 5). Durch den Umstieg von einem gegenwärtigen durchschnittlichen Warenkorb (Variante IST) auf einen gesunden Warenkorb (Variante SOLL) kann wie bereits oben erwähnt eine Familie pro Woche so viel Geld sparen, dass ein Anteil von mehr als zwei Drittel des gesamten Warenkorbs biologisch eingekauft werden kann – ohne zusätzliche Kosten.

3.1.4 Spill-Over-Effekte – Treibhausgase (THG) und Landverbrauch von Soja- und Palmölkonsum im Lebensmittel- und Futtermittelbereich

Es gibt auch bezüglich der Ernährung sogenannte **Spill-over-Effekte**, das heißt, dass der Konsum von Lebensmitteln in Österreich mit negativen Auswirkungen in anderen Regionen dieser Welt verbunden ist (v. a. durch jenen Teil der Sojaimporte Österreichs,⁹ die aus Südamerika stammen und direkt oder indirekt die Zerstörung von Tropenwäldern und Savannen verursachen). Das betrifft zum einen

⁸ Billigst = Szenario mit den billigsten Produkten; Real = Szenario mit einem Anteil an Markenprodukten; Bio = 100 % Bio-Anteil an der Ernährung; Ist = gegenwärtige Ernährung (Warenkorb), Soll = Ernährung nach Gesundheitsempfehlungen der ÖGE.

⁹ Herkunft der Sojaimporte aus Brasilien (185.800 t/Jahr bzw. 25 % Anteil), Argentinien (144.500 t/Jahr bzw. 20 %) und USA (101.700 t/Jahr bzw. 14 % (Schlatzer et al., 2021; Millet 2020).

Sojafuttermittel, die für die Schließung der sogenannten **Eiweißlücke**¹⁰ in Österreich – also für die Fütterung von Nutztieren (in der konventionellen Landwirtschaft) – v. a. aus Übersee importiert werden. Der Großteil des global produzierten und gehandelten **Sojas ist zudem gentechnisch verändert** und wird in Monokulturen unter hohem Einsatz von **Pestiziden** (wie Glyphosat) hergestellt, die zur Auslaugung von wichtigen Böden sowie Umwelteinträgen von Schadstoffen führen. Zum anderen betrifft dies **Palmöl**, das v. a. in verarbeiteten Lebensmitteln und (derzeit noch) als Agrotreibstoff in Österreich Verwendung findet.

Für die österreichischen Sojafuttermittelimporte (die in den letzten Jahren zwischen 500.000 und 734.000 t pro Jahr schwankten, siehe Millet, 2020; Schlatzer et al., 2021) werden zu einem größeren Teil (siehe Fußnote 8) Flächen in Brasilien und Argentinien in Anspruch genommen, was mit **beachtlichen THG-Emissionen** (infolge der Zerstörung von Tropenwäldern und Savannen = **ökologisch bedrohlicher Landnutzungsänderungen/Land Use Change = LUC**) und **gravierenden Biodiversitätsverlusten** verbunden ist (Schlatzer und Lindenthal, 2019; Schlatzer et al., 2021). Die durch LUC verursachten THG-Emissionen betragen laut IPCC (2019) 4,3–5,5 Gigatonnen CO₂-eq und damit ähnlich viel wie die gesamte weltweite Landwirtschaft (5,5–5,8 Gt CO₂-eq, IPCC 2019).

Die THG-Emissionen, die durch die **österreichischen Importe von Sojafuttermitteln, Palmöl sowie zusätzlich Kakao, Kaffee, Bananen und Rohrzucker** für Lebens- und Futtermittel verursacht werden, entsprechen mit 4,0 Mio. t CO₂-eq ca. dem 1,5-fachen **des gesamten österreichischen Luftverkehrs im Jahr 2018** (siehe weiters Schlatzer et al., 2021). Die Studie von Schlatzer et al. (2021) zeigte zudem, dass allein für diese sechs Produkte eine Fläche u. a. in den Anbauregionen von Brasilien, Malaysia, Vietnam, Elfenbeinküste und Mauritius eingenommen wird, die dem 11-fachen der Fläche der Stadt Wien entspricht.

Maßnahmen zur Reduktion der Importe von Sojafuttermitteln:

Um die Abhängigkeit von importierten Sojafuttermitteln zu verringern, sind u. a. folgende wichtige Ansatzpunkte im Bereich der Fleischproduktion und des Fleischkonsums bedeutsam:

- a) **grünlandbasierte Fütterung von Rindern** (für Milchvieh- und Mutterkuhhaltung)
- b) vermehrte Produktion und Verarbeitung von heimischen Futtermitteln
- c) Förderung **der Biofleischproduktion** und des **Biofleischkonsums**
- d) **Reduktion des Fleischkonsums** entsprechend Gesundheitsvorgaben (siehe ÖGE 2017): Eine Verringerung des gegenwärtigen Fleischkonsums in Österreich bereits um 20 % würde eine Ackerfläche von ca. 197.000 ha verfügbar machen – aufgrund eines verringerten

¹⁰ Die sogenannte „Eiweißlücke“ bedeutet, dass ein (großer) Teil für Futtermittel importiert werden muss, da der Anbau von Kraft- bzw. Sojafuttermitteln in Österreich bei weitem nicht ausreicht für die bestehende Tierhaltung (Rinder-, Schweine-, Hühnermast und Legehennenhaltung).

Futtermittelbedarfs bei einem reduzierten Tierbestand. Die durch diesen verringerten Futtermittelbedarf frei werdende Ackerfläche könnte dann für den Anbau **von pflanzlichen Produkten/Lebensmitteln** (wie z. B. Getreide, Hülsenfrüchte) oder auch für den Anbau von **Soja als Futtermittel** genutzt werden. Letzteres könnte den österreichischen Bedarf an – gegenwärtig großteils aus Übersee (USA und Südamerika) – **importierten Sojafuttermitteln** vollständig **decken und diese ersetzen** (Schlatzer und Lindenthal, 2019).

Die enorme globale Nachfrage nach **Palmöl**, primär für Agrotreibstoffe und Lebensmittel, und **Soja**, primär als Futtermittel, hat auch **negative soziale und ökonomische Konsequenzen** für die Menschen in wichtigen Anbauregionen in Übersee. Die entsprechende österreichische Nachfrage nach Palmöl und Soja wie auch die Importe von Kakao, Kaffee, Bananen und Rohrzucker verstärken die mit dieser Produktion verbundenen sozio-ökonomischen Probleme wie Land Grabbing und Verdrängung kleinbäuerlicher Landwirtschaft (Schlatzer und Lindenthal, 2019; Schlatzer et al., 2021).

Vorteile einer Senkung bzw. Beseitigung der Importabhängigkeit punkto Sojafuttermittel und Palmöl aus den Anbauländern in Übersee:

In den Anbauländern könnten diese Flächen einerseits der häufig zuvor enteigneten indigenen Bevölkerung zurückgegeben werden oder eventuell auch für die Steigerung der lokalen Resilienz bzw. für den Eigenanbau durch **Kleinbäuer*innen** genutzt werden. Zudem würde sich der Druck verringern, weitere Flächen für den Sojaanbau belegen zu müssen, wodurch sich die Wahrscheinlichkeit für künftige Regenwaldabholzung deutlich verringern würde.

Durch eine **reduzierte Zerstörung der Tropenwälder und Savannen** infolge verringerter Importe/Produktion von Sojafuttermitteln und Palmöl würden neben dem Schutz wertvoller Ökosysteme und damit der **Biodiversität** in den tropischen und subtropischen Regionen auch **geringere THG-Emissionen** (infolge geringerer Landnutzungsänderungen) erzielt. Diese positiven Effekte könnten durch geringere österreichische Importe und damit verbunden mit einem deutlich reduzierten Bedarf an Sojafuttermitteln (**Maßnahmen siehe oben**) und Palmöl (durch **palmölfreie Produkte**) indirekt bewirkt werden (Schlatzer et al., 2021). Mit diesen verringerten Importen könnte zudem die Krisenrobustheit der Lebensmittelversorgung in Österreich gesteigert werden (Lindenthal und Schlatzer, 2020).

3.1.5. Auswirkungen der Reduktion des Lebensmittelabfalls auf den Flächenverbrauch

Bedeutung der Reduktion des Lebensmittelabfalls für den Flächenverbrauch

Die für den Anbau von produzierten, aber nicht konsumierten Lebensmitteln benötigte Fläche beläuft sich auf fast 30 % der weltweiten Agrarfläche (1,4 Mrd. ha) (FAO zit. in Schlatzer und Lindenthal, 2018b). Die Menge der gesamten Lebensmittelabfälle liegt gemäß Erhebungen sowie Berechnungen und Schätzungen für Österreich entlang der (gesamten) Produktkette in Summe zwischen 577.000 t (vermeidbare Lebensmittelabfälle insbesondere in Haushalt und Gastronomie) und 2.163.000 t. Die Summe der **vermeidbaren Lebensmittelabfälle** beläuft sich dabei auf bis zu **1,07 Mio. t** (Obersteiner und Luck, 2020; Schlatzer und Lindenthal, 2018b; Hietler und Pladerer, 2017; Hietler et al., 2016).

Zu unterschiedlichen Anbauszenarien liegen folgende Berechnungen vor:

- a) Eine **25%ige Reduktion der vermeidbaren Lebensmittelabfälle** könnte den gegenwärtigen Nahrungsmittelbedarf (an Kilokalorien) der österreichischen Bevölkerung bei **100 % Biolandbau** decken.
- b) Wenn im Jahr 2080 die österreichische Bevölkerung laut Prognosen der Statistik Austria auf über 10 Mio. Menschen angewachsen ist, könnte deren Ernährung – wenn die **Reduktion der vermeidbaren Lebensmittelabfälle um 50 % und zusätzlich des Fleischkonsums um 25 %** gelingen würde – **auch bei flächendeckender biologischer Landwirtschaft** sichergestellt werden (Schlatzer und Lindenthal, 2018b).

3.1.6 Lebensmittelabfall und Treibhausgase

Laut FAO (2011) landet jährlich in etwa ein Drittel der weltweit produzierten Lebensmittel (ca. 1,3 Milliarden Tonnen) entweder als Food Waste im Müll oder geht als Food Loss am Weg von der landwirtschaftlichen Urproduktion bis zum Handel verloren. Das ist in vielerlei Hinsicht als problematisch einzustufen, vor allem auch was die Treibhausgasemissionen betrifft. Die FAO (2017) schätzt, dass bei der Produktion dieser unverzehrten und somit verschwendeten Lebensmittel 4,4 Gigatonnen CO₂-eq (davon 0,8 Gigatonnen durch Land Use Change) verursacht werden. Zum Vergleich: Die Länder der Europäischen Union, als weltweit drittgrößte Verursacher von Treibhausgasemissionen (nach China und den USA), haben im Jahr 2018 4,2 Gigatonnen CO₂-eq verursacht (Eurostat 2021).

Für die Situation in Österreich zeigt sich folgendes Bild: Laut unterschiedlichen Studien der letzten Jahre (Hrad et al., 2016; Hietler und Pladerer, 2017; BMNT, 2018a; Schneider, 2012) kommt es entlang der gesamten inländischen Lebensmittelproduktionskette zu vermeidbaren Lebensmittelabfällen von rund einer Million Tonnen pro Jahr (Abbildung 6, Obersteiner und Luck, 2020).

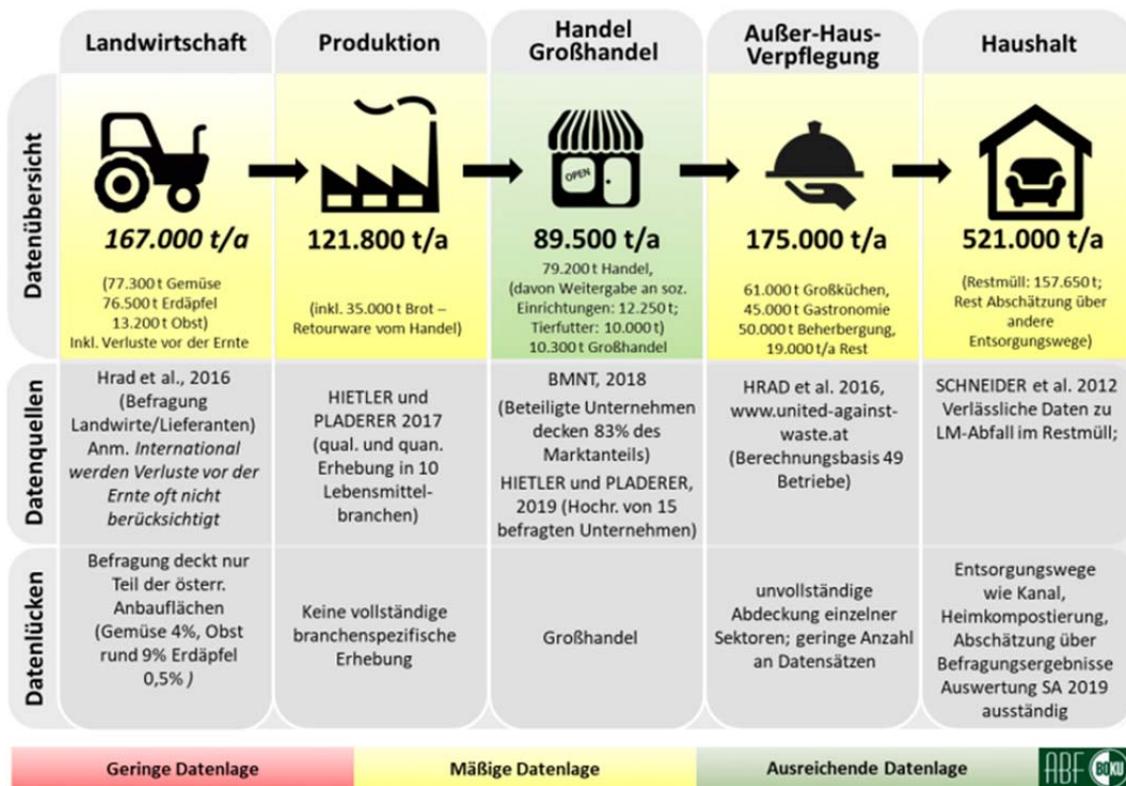


Abbildung 6: Vermeidbare Lebensmittelabfälle entlang der Wertschöpfungskette in Österreich (Obersteiner und Luck, 2020)

Landwirtschaft: In der landwirtschaftlichen Urproduktion ergeben sich laut Hrad et al. (2016) und Obersteiner und Luck (2020) jährlich 167.000 t vermeidbarer Lebensmittelverluste (davon rund 154.000 t Gemüse und 13.000 t Obst). Laut Hietler und Pladerer (2016) sind die Gründe dafür mangelnde Erntetechnologie, Verluste bei der Ernte und den Verarbeitungsschritten, mangelnde Lagerfähigkeit, Schädlinge und Krankheiten, nicht eingehaltene Qualitätsvorgaben der Lebensmittelindustrie und des -handels und der Wunsch nach Ware mit bestimmtem Aussehen (Form, Farbe, Größe).

Food Waste in der Landwirtschaft verringert die Ernährungssouveränität und steigert den Flächenbedarf. Die Rückführung von nicht vermeidbaren Lebensmittelabfällen (z. B. durch extreme Wetterbedingungen oder Schädlingsbefall) als organische Substanz in den Boden kann den Humusaufbau und die Bodenfruchtbarkeit fördern.

Produktion: Die vermeidbaren Lebensmittelverluste in der Lebensmittelproduktion, also bei der industriellen Verarbeitung des tierischen und pflanzlichen Rohmaterials zu Veredelungszwecken, belaufen sich in Österreich auf 121.800 t pro Jahr (Hietler und Pladerer, 2017). Verursacht werden sie durch technische Störungen im Betrieb, Unter- oder Übergewicht der Produkte, Fehletikettierungen, Sortimentswechsel, Verpackungsneugestaltung, Saisonwarenproduktion, Beschädigung und Verderb beim Transport, beim Verpacken und bei der Lagerung (Hietler und Pladerer, 2016). Etwa ein Viertel

Problembewusstsein bei den Konsument*innen) könnte somit zu einer Einsparung von 130.000 t CO₂-eq pro Jahr führen.

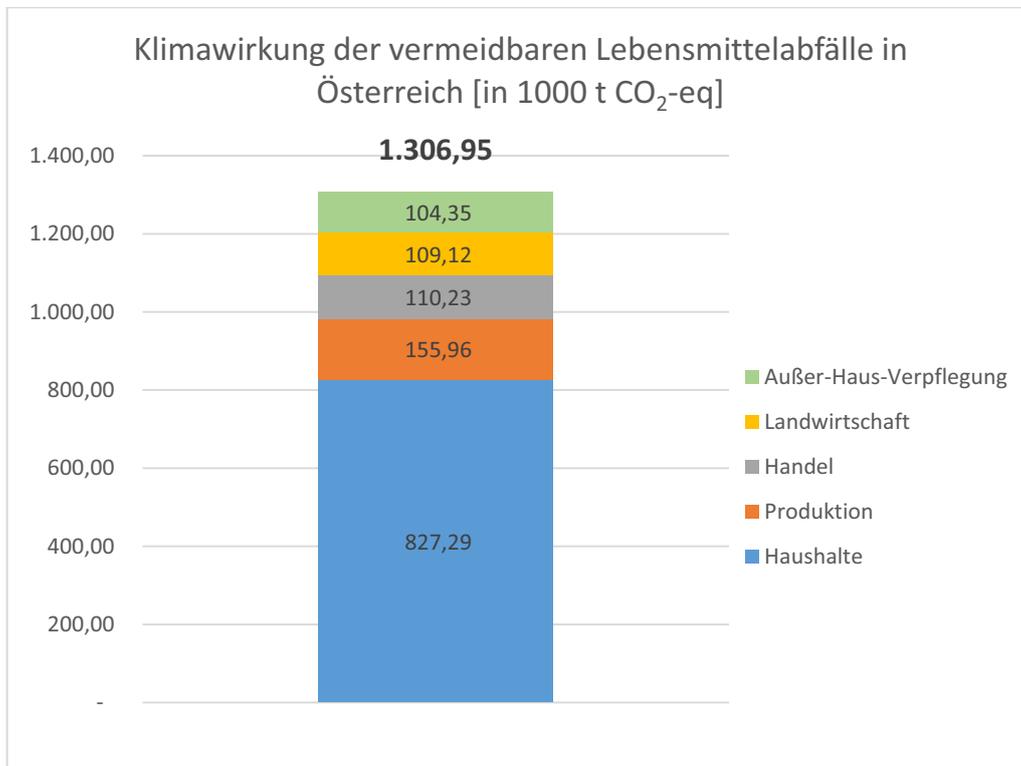


Abbildung 7: Klimawirkung der vermeidbaren Lebensmittelabfälle in Österreich nach Anfallsort der Abfälle (eigene Berechnungen auf Basis der Daten von Hrad et al., 2016, Hietler und Pladerer, 2017, BMNT, 2018a, Schneider, 2012)

Die Unterschiede bei den Abschnitten der Wertschöpfungskette zwischen den Anteilen der Lebensmittelabfälle in Tonnen und den anteiligen Emissionen (z. B. Haushalte: ca. 50 % Anteil beim Gewicht, aber 63 % bei den Emissionen) ergeben sich aus der unterschiedlichen Zusammensetzung der Lebensmittelabfälle. So ist der Anteil der tierischen Lebensmittelabfälle in den Haushalten größer als in Gastronomie, Handel und Produktion. Da tierische Produkte tendenziell eine höhere Klimawirkung aufweisen, ist der Anteil der Klimawirkung der Haushalte bei den Lebensmittelabfällen proportional höher.

3.2 Auswirkungen der Lebensmittelwahl auf die Soja- und Palmölimporte und die dadurch verursachten CO₂-Emissionen

Sojafuttermittelimporte

In der Nutztierhaltung werden sehr große Mengen an Sojafuttermitteln eingesetzt. Diese werden – trotz der aktuellen Donau Soja Initiative der EU – nach wie vor zu einem großen Teil aus Übersee

(Brasilien, Argentinien und USA) nach Österreich importiert¹¹ (Schlatzer und Lindenthal, 2019; Schlatzer et al., 2021).

Die Sojafuttermittelimporte, die in den letzten Jahren zwischen 500.000 t¹² und 734.000 t¹³ pro Jahr schwankten (Schlatzer et al., 2021), verursachen sehr hohe THG-Emissionen. Denn insbesondere jener Teil der Sojaimporte, der aus Südamerika stammt (siehe Fußnote 10), steht mit der Zerstörung von Tropenwäldern und Savannen in Brasilien und Argentinien durch den dortigen Sojaanbau direkt oder indirekt in Verbindung (Schlatzer und Lindenthal, 2019; Schlatzer et al., 2021). Durch den jährlichen Ersatz der Sojafuttermittelimporte nach Österreich durch in Österreich angebautes Soja könnten **1,425 Mio. t CO₂-eq bis 2,990 Mio. t CO₂-eq** pro Jahr durch die **Vermeidung von Tropenwald- und Savannenlandzerstörung** in Brasilien und Argentinien eingespart werden (Schlatzer und Lindenthal, 2019; Schlatzer et al., 2021). **Maßnahmen zur Reduktion der Importe von Sojafuttermitteln siehe Kapitel 3.1.4.**

Palmöl

Palmöl wird nach wie vor in sehr vielen verarbeiteten Lebensmitteln eingesetzt (Schlatzer und Lindenthal, 2019). Bezüglich THG-Emissionen weist der Einsatz von Raps- und Sonnenblumenöl als Alternative zu Palmöl trotz der geringeren Flächen- bzw. Ölerträge in Österreich bzw. Europa eine durchschnittlich um den Faktor 2,5 bis 3,5 bessere Klimabilanz als Palmöl auf (Schlatzer und Lindenthal, 2019). Durch die – aufgrund eines geringeren Palmölverbrauchs – ermöglichte **Vermeidung von Tropenwald- und Torfbodenzerstörung** in Indonesien und Malaysia könnten große Mengen an CO₂-Emissionen eingespart werden (Schlatzer und Lindenthal, 2019; Schlatzer et al., 2021):

- **147.000 t CO₂-eq** pro Jahr durch den Ersatz von Palmöl für Lebensmittel und Futtermittel
- **1,1 bis 1,967 Mio. t CO₂-eq** pro Jahr bei vollständigem Ersatz aller Palmölimporte, d. h. inkl. Agrotreibstoffe durch österreichische Alternativen

¹¹ Herkunft der Sojaimporte aus Brasilien (185.800 t/Jahr bzw. 25 % Anteil), Argentinien (144.500 t/Jahr bzw. 20 %) und USA (101.700 t/Jahr bzw. 14 %) (Schlatzer et al., 2021 und Millet, 2020).

¹² Schlatzer und Lindenthal, 2019.

¹³ Schlatzer et al., 2021.

4 Faktoren zur Reduktion der Klimaauswirkungen von Produkten

4.1 Vergleich der verschiedenen Produktionsstandards und deren Auswirkung auf die Klimabilanz von Lebensmitteln

Bei der Herstellung von Lebensmitteln wird zwischen konventionellen und biologischen Produktionsstandards unterschieden. Die Bezeichnung „Bio“ darf für Produkte verwendet werden, die zumindest nach den Vorgaben der Bio-EU-Verordnung hergestellt werden. Zusätzlich zum EU-Bio-Siegel gibt es weitere Bio-Siegel und Marken, deren Richtlinien über die der Bio-EU-Verordnung hinausgehen. Die umfassendsten Standards sind bei Bio-Premium-Linien zu finden, wo teilweise neben biologisch-dynamischen Richtlinien und strengen Tierhaltungsvorschriften für die Zertifizierung auch diverse Nachhaltigkeitsaspekte erfüllt werden müssen (Schlatzer und Lindenthal, 2018).

Die verschiedenen Produktionsweisen unterscheiden sich vor allem in ihren Vorschriften zu Tierhaltung, erlaubten Pflanzenschutz- sowie Dünge- und Futtermitteln. Auf die Klimabilanz von Lebensmitteln hat dabei vor allem die Wahl der Dünge- und Futtermittel großen Einfluss. Ein Auszug aus den diesbezüglich wichtigsten Regelungen der verschiedenen Bio-Standards wird in den folgenden Tabellen 2 und 3 detaillierter dargestellt.

Düngemittel			
Kategorie	Bio EU	Bio Austria	Bio Premium – ein Beispiel¹⁴
Gesamtmenge pro Betrieb / Jahr / ha	170 kg Stickstoff (tierisch)	bis zu 170 kg Stickstoff (gesamt), detaillierte Regelungen je nach Kultur	im Ackerbau 100 kg Stickstoff; Gemüsebau 170 kg
Kunstdünger	begrenzter Einsatz	begrenzter Einsatz	erlaubt sind nur organische Substanzen von Biobetrieben (Ausnahmen im geschützten Anbau bzgl. Bio-Herkunft)
Dünger konventioneller Herkunft	teilweise erlaubt	teilweise erlaubt, Genehmigung nötig	verboten
Produkte und Nebenprodukte pflanzlichen Ursprungs	z. B. Filterkuchen, Kakaoschalen, Malzkeime	erlaubt, bei konventioneller Herkunft Genehmigung nötig	nur biologischer Herkunft
Schlempe, Schlempe-extrakt	keine Ammoniakschlempe	bei konventioneller Herkunft Genehmigung nötig	nur biologischer Herkunft
Kartoffelrestfruchtwasser	keine Einschränkung	keine Einschränkung	verboten

Tabelle 2: Vergleich der Richtlinien für Düngemittel in den Bio-EU-, Bio-Austria- und Bio-Premium-Standards. Quellen: Bio-EU-Verordnung (2008), Bio Austria (2020), Ja! Natürlich (2021), Prüf nach! (2020)

¹⁴ In Österreich gibt es mehrere Vertreter von Bio-Premium-Standards, in manchen Regelungen unterscheiden sich diese aber voneinander. Die Tabelle zeigt beispielhaft Regelungen von Bio-Premium-Standards.

Futtermittel			
Kategorie	Bio EU	Bio Austria	Bio Premium – ein Beispiel¹³
Herkunft	mind. 50 % vom eigenen Betrieb (in neuer Verordnung höher)	mind. 60 % vom eigenen Betrieb	mind. 60 % vom eigenen Betrieb 100 % bio
Import	erlaubt	teilweise erlaubt	verboten
Zukauffuttermittel	soll von Bio-Betrieben aus derselben Region stammen (aber keine Verpflichtung)	nur von Bio-Austria-Betrieben oder Mitgliedern von Bio-Verbänden	verbindlich ausschließlich österreichische Futtermittel
Zusammensetzung	Pflanzenfresser: mind. 60 % Raufutter; Schweine: Beigeben von Raufutter	mind. 60 % Raufutter	Silageverbot; Schweine: mind. 50 % Getreide, mind. 10 % Raufutter; Rinder: mind. 75 % Raufutter
Kraftfutter	keine Einschränkung	max. 15 % der Gesamtjahres-Trockenmasse	Milchkühe: max. 130–180 g/kg Milch; Jungrindermast: max. 50–100 kg
Soja, Sojaprodukte	erlaubt	erlaubt	erlaubt (in geringen Mengen und aus Österreich)

Tabelle 3: Vergleich der Richtlinien für Futtermittel in den Bio-EU-, Bio-Austria- und Ja! Natürlich Standards. Quellen: Bio-EU-Verordnung (2008); Bio Austria (2020), Ja! Natürlich (2021), Prüf nach! (2020)

Theurl et al. (2011) beschreiben, wie sich die Art der landwirtschaftlichen Produktion auf das Treibhausgaspotential von Lebensmitteln auswirkt.

Transport, Verpackung und Verarbeitung der Produkte leisten als Maßnahmen zur Reduktion der CO₂-Emissionen einen relevanten Beitrag zum Klimaschutz, v. a. wenn diese Maßnahmen große Verbreitung finden.

Die zum Teil deutlich höheren Emissionen der konventionellen Produkte im Bereich der Landwirtschaft sind unter anderem auf die verwendeten Düngemittel zurückzuführen. Mineralische Stickstoffdünger, welche in der Herstellung sehr energieintensiv sind, dürfen im Bio-Landbau nicht ausgebracht werden.

Manche **Bio-Premium-Standards verbieten** zusätzlich die Verwendung **leicht löslicher organischer Stickstoffdünger**, was ebenfalls zu einem geringeren Ausstoß von Treibhausgasen führt. Weiters wird in der biologischen Landwirtschaft vermehrt Kompost ausgebracht, was zum Humusaufbau und damit zur Speicherung von Kohlendioxid beiträgt. Dagegen führt eine konventionelle Bewirtschaftung zum Humusabbau, was sich auf die Klimabilanz in einer Größenordnung von 0,5 bis 6 % auswirken kann. Im Kapitel 4.2.3 wird auf die positiven Auswirkungen des Verzichts auf bestimmte Düngemittel noch näher eingegangen.

Auch die **Wahl der Futtermittel** wirkt sich auf die Treibhausgasemissionen aus (siehe Kapitel 4.2.2 sowie Kapitel 4.2.1, wo zudem auch der reduzierte Kraftfuttereinsatz in der Bio-Landwirtschaft thematisiert wird).

Eine weitere Stellschraube liegt in der **Verarbeitung der Produkte**. Beispielsweise ist es in der konventionellen Produktion üblich, für Brot und Gebäck Teiglinge herzustellen, die vorgebacken, tiefgefroren und schließlich aufgebacken werden. Eine schonende, durch Verzicht auf Teiglingsproduktion weniger energieintensive Herstellung, wie sie in der Bio-Premium-Produktion praktiziert wird, reduziert ebenso Treibhausgasemissionen wie die Verwendung von Bio-Rohstoffen. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren kann das Einsparungspotential der biologischen Produktion von Brot und Gebäck im Vergleich zur konventionellen Produktion von 20–25 % auf mehr als 40 % ausgebaut werden (Theurl et al., 2011).

4.2 Futtermittel und organische Düngemittel

4.2.1 Reduzierter Kraftfuttereinsatz

Der Einsatz von Kraftfutter führt, wie in Kapitel 5.1 (Rindfleisch) genauer beschrieben, im Mittel zwar zu niedrigeren Treibhausgasemissionen, eine umfassendere Betrachtung zeigt aber, dass eine grünlandbasierte Fütterung (u. a. für Milchvieh- und Mutterkuhhaltung) mehrfachen ökologischen Nutzen mit sich bringt. Dazu zählen Vorteile für Biodiversität, Wasserreinhaltung, Erosionsschutz, Kohlenstoffspeicherung sowie Eutrophierungs- und Versauerungspotential. Außerdem entstehen potentiell Vorteile für das Tierwohl wie auch in Bezug auf die Reduktion der Konkurrenz zu für den Menschen tauglichen Nahrungsmitteln (siehe dazu Kapitel 5.1.3 über Vorteile extensiver, graslandbasierter Rindfleischerzeugung).

4.2.2 Landnutzungsänderung aufgrund von Sojaanbau in den Tropen

Österreich importiert zwischen 500.000 und 734.000 t Soja pro Jahr (Millet, 2020; Schlatzer et al., 2021), das vorwiegend in konventionellen Futtermitteln enthalten und großteils – trotz Donau Soja Initiative – aus Übersee stammt. Die negativen Folgen dieser Importe sind in Kapitel 3.1.4 dargestellt. Ein Verzicht auf Sojafuttermittel aus Übersee zugunsten von Soja aus europäischem Anbau birgt daher ein sehr großes Emissions-Einsparungspotential.

Die konventionelle Eierproduktion in Österreich ist ein anschauliches Beispiel für die Auswirkungen eines gänzlichen Verzichts auf Importsoja aus Übersee. Bis vor wenigen Jahren wurden große Teile der Sojafuttermittel für konventionelle Legehennen aus Übersee importiert. Damalige Berechnungen der Klimawirkung ergaben in diesem Fall durchschnittlich 3,55 kg CO₂-eq pro kg produzierter Eier. 2014 haben sich die heimischen Eier-Produzenten allerdings auf einen vollständigen **Verzicht auf Überseesoja** bei den Futterrationen geeinigt: Sojafuttermittel für konventionelle Legehühner in Österreich stammt seitdem ausschließlich aus dem Donaauraum und entspricht Donau Soja Standard

(vgl. ZAG, 2021). Aktuelle Berechnungen zeigen, dass der **reduzierte Land Use Change** zu einer deutlichen Reduktion der Klimawirkung auf 1,47 kg CO₂-eq pro kg produzierter Eier beiträgt, wie in Abbildung 8 zu sehen ist.

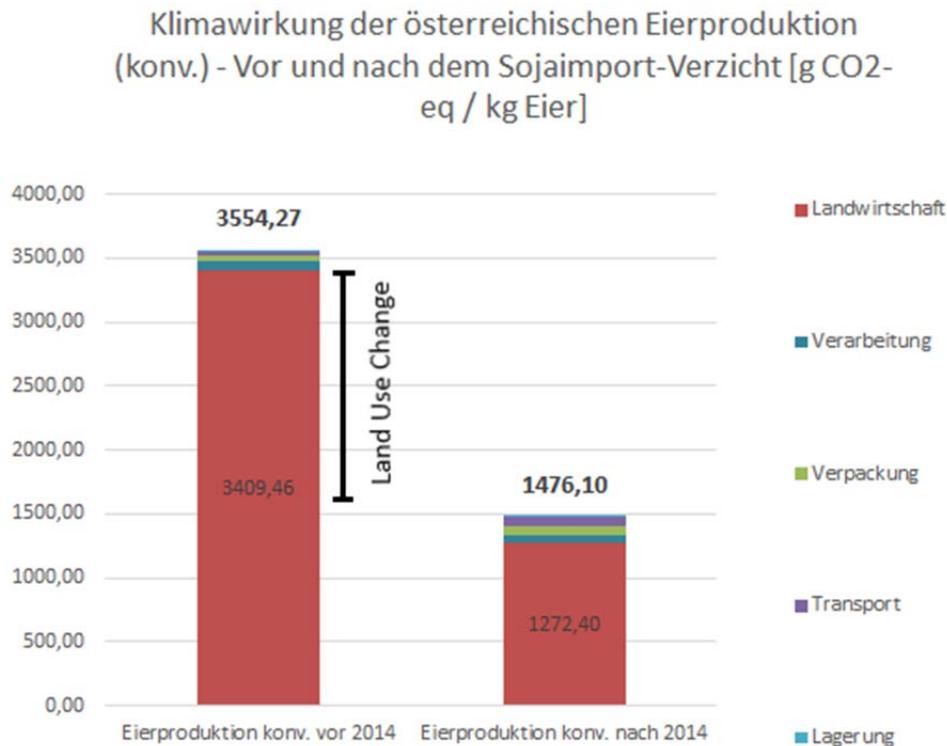


Abbildung 8: Klimawirkung der konventionellen Eierproduktion in Österreich vor 2014 (eigene Berechnungen von 2011) und nach 2014 (aktuelle eigene Berechnungen)

4.2.3 Düngemittel

1.) Bedeutung des Verzichts auf Stickstoff-Mineraldünger im Biolandbau auf die Treibhausgas-Emissionen

Der Verzicht auf Stickstoff-Mineraldünger im Biolandbau führt zu einer deutlichen Reduktion der THG-Emissionen aus zweierlei Gründen:

- a) Es wird auf diese Weise **keine fossile Energie für die Herstellung** des Stickstoff-Mineraldüngers gebraucht, somit verringern sich dadurch Treibhausgas-Emissionen deutlich: Für die **Herstellung von Stickstoff-Mineraldünger** ist ein **hoher Energiebedarf** erforderlich (weltweit sind für 82 Mio. t mineralischen Stickstoff rund 90 Mio. t Erdöl und Erdgas nötig, das sind rund 1 % des weltweiten Verbrauchs fossiler Energieträger; Niggli, 2007b).

Der Stickstoff-Mineraldüngereinsatz in Österreich hat zwar um 1,9 % im Zweijahresmittel abgenommen (UBA, 2019a, UBA, 2019b), beträgt aber immer noch mehr als 120.000 t Stickstoff pro Jahr, damit ist der Stickstoff-Einsatz um 13.000 t höher als der Mittelwert der Jahre 2006–2015 (berechnet nach Zahlen des BMNT 2018b).

b) Mit dem Verzicht auf Stickstoff-Mineraldünger wird das Niveau an leicht löslichem Stickstoff in den Böden im Acker- und Gemüsebau z.T. wesentlich reduziert. Auf diese Weise werden **Lachgas-Emissionen deutlich gesenkt**. Höhere Lachgas-Emissionen¹⁵ (N₂O) entstehen aus (Acker-)Böden, die mit Stickstoff-Mineraldünger versorgt wurden, weil sich damit der Anteil an leicht verfügbarem Stickstoff im Boden erhöht, der die N₂O-Emissionen aus dem Boden verstärkt (Niggli, 2007a).

Da der Biolandbau den Einsatz von Stickstoff-Mineraldünger verbietet, hat der **Bio-Ackerbau um 66 % bis 90 % geringere CO₂-eq-Emissionen pro Hektar** (Meier et al., 2015; ÖPUL-Evaluierung 2017; Wirz et al., 2018). Neben dem Bio-Ackerbau sind auch signifikante THG-Emissionsreduktionspotenziale **im Obst- und Weinbau** gegeben. Diese werden vom ÖPUL-Evaluierungsbericht als mittelhoch eingestuft (ÖPUL-Evaluierung 2017).

Die geringeren Treibhausgas-Emissionen im Biolandbau sind auch eine Folge der durchschnittlich **geringeren Produktionsintensität**: Die **Stickstoff-Düngermengen** (über organischen Dünger und Leguminosen, die den Stickstoff aus der Luft binden) sind z.T. deutlich **geringer** als in der konventionellen Landwirtschaft, was die direkten und indirekten **Emissionen von Lachgas (N₂O) weiter reduziert** (ÖPUL-Evaluierung 2017).

Die Reduktion von Treibhausgasen auf den Bio-Flächen wirkt sich – allerdings weniger ausgeprägt – in häufig geringeren CO₂-eq-Emissionen pro kg Produkt österreichischer Herkunft aus. Jedoch ist **die Betrachtung pro Flächeneinheit wesentlich wichtiger** als die CO₂-Emissionen pro kg Produkt, da die Landwirtschaft der Zukunft die begrenzte Verfügbarkeit an Flächen und deren nachhaltige Nutzung respektieren muss. Das bedeutet, dass sich vielmehr die Konsummuster an limitierten Flächen und deren nachhaltiger Nutzung ausrichten müssen, also auch an Bodenressourcen und -schutz (siehe oben nachhaltiger Ernährungsstil). Die Ausrichtung auf CO₂-Emissionen pro kg Produkt führt hingegen zwangsläufig zu einer Förderung intensiver Systeme („nachhaltiger Intensivierung“), bei der die große Gefahr besteht, dass u. a. Bodenfruchtbarkeit, Biodiversität und Gewässer weiter belastet werden.

2.) Bedeutung des Verzichts auf leicht lösliche organische Düngemitteln für die Treibhausgas-Emissionen

Der Verzicht auf leicht lösliche organische Düngemittel führt zu einem geringeren Anteil an leicht verfügbarem Stickstoff im Boden, sodass die **N₂O-Emissionen** aus den Böden (Acker- und Gemüsebau) **deutlich reduziert** werden (Niggli, 2007a).

¹⁵ **Lachgas** ist rund 300-mal klimawirksamer als CO₂, siehe IPCC 2013.

Umgekehrt unterstützen die organischen, schwerer löslichen Düngemittel (u. a. Stallmist, Kompost) den **Humusaufbau** in landwirtschaftlich genutzten (Acker-)Böden. Somit werden auch **CO₂-Mengen** aus der Luft **gebunden und gespeichert** („Kohlenstoff-Sequestrierung“, siehe Kapitel 6.4). Zudem werden durch den Humusaufbau die Fruchtbarkeit und die Fähigkeit der Böden zur Klimawandelanpassung erhöht (infolge höherer Wasserspeicherung und Wasserinfiltrationsrate sowie höherer Aggregatstabilität).

4.3 Transportwege – Auswirkungen von Transportmitteln und Transportdistanzen

Generell ist festzustellen, dass über den gesamten Produktionszyklus von Lebensmitteln betrachtet der Transport einen verhältnismäßig geringen Anteil an den Gesamtemissionen hat. In etwa 6 % aller Emissionen, die im Zusammenhang mit der globalen Nahrungsmittelproduktion (von der landwirtschaftlichen Produktion bis zum Handel) stehen, resultieren aus dem Transport (Poore und Nemecek, 2018). Unberücksichtigt bleibt in den wissenschaftlich üblichen Berechnungen des LCA (Life Cycle Assessment), wie auch hier, die dahinterstehende benötigte Infrastruktur für den Transport und daraus resultierende CO₂-Emissionen (da die Zuordnung der CO₂-Emissionen – verursacht durch die Straßeninfrastruktur – auf die Lebensmitteltransporte methodisch sehr schwierig und wissenschaftlich strittig ist). Auch wenn daher eine Quantifizierung dieser CO₂-Emissionen nicht im Rahmen dieser Studie durchführbar ist, gibt es CO₂-Einsparungspotenziale durch eine regionale Lebensmittelversorgung, da diese weniger Anlass für beispielsweise Ausbau und Erhalt des Straßennetzwerks, Ausbau von Häfen oder Flussbegradigungen für den Schiffsverkehr gibt. Weite Transportwege wirken sich folglich durchaus in dieser Hinsicht aus und ihre Reduktion ist eine Stellschraube für Verbesserungsschritte.

Im Rahmen der hier durchgeführten Berechnungen und der zusammengestellten Ergebnisse aus der wissenschaftlichen Literatur zeigt sich zwar, dass eine Reduktion der „Food Miles“ – also möglichst geringe Distanz vom Produktions- zum Verkaufsort – in Anbetracht der relativ geringen THG-Emissionen des Transports von Lebensmitteln einen begrenzten Impact auf die Reduktion der THG-Emissionen hat. Jedoch gibt es Aspekte beim Transport von Lebensmitteln, die durchaus einen Einfluss auf die Gesamtemissionen eines Produktes haben können und somit für die Reduktion der Klimawirkung eine Rolle spielen.

Bei pflanzlichen Produkten, die zumeist insgesamt eine geringe Klimawirkung haben (Grünberg et al., 2010), ist der Faktor Transport jedenfalls deutlicher erkennbar: Berechnungen von Wakeland et al.

(2012) ergeben einen durchschnittlichen Anteil von 16 % an den Gesamtemissionen bei pflanzlichen Lebensmitteln. Je geringer die Emissionslast durch die landwirtschaftliche Produktion eines Lebensmittels, z. B. bei Feldfrüchten aus Freilandanbau wie Salat oder Tomaten (ca. 0,1–0,2 kg CO₂-eq pro kg Produkt, eigene Berechnungen), desto höher ist der Anteil der anderen Abschnitte des Produktlebenszyklus, so auch des Transports. Insofern kann es bei solchen Lebensmitteln sinnvoll sein, beim Transport anzusetzen, um die produktspezifischen Emissionen zu reduzieren. Aber auch bei Fleischprodukten ist es sinnvoll, auf kurze Wege zu achten, um so durch eine stärkere Regionalisierung in Summe nicht unwesentliche THG-Emissionen zu reduzieren.

Abbildung 9 zeigt beispielhaft die Klimawirkung der einzelnen Produktionsabschnitte bei Zwiebeln. Der Transport ist hierbei der größte Einflussfaktor und trägt mit 57 g CO₂-eq pro kg Zwiebel zu mehr als einem Drittel der gesamten Klimawirkung bei.

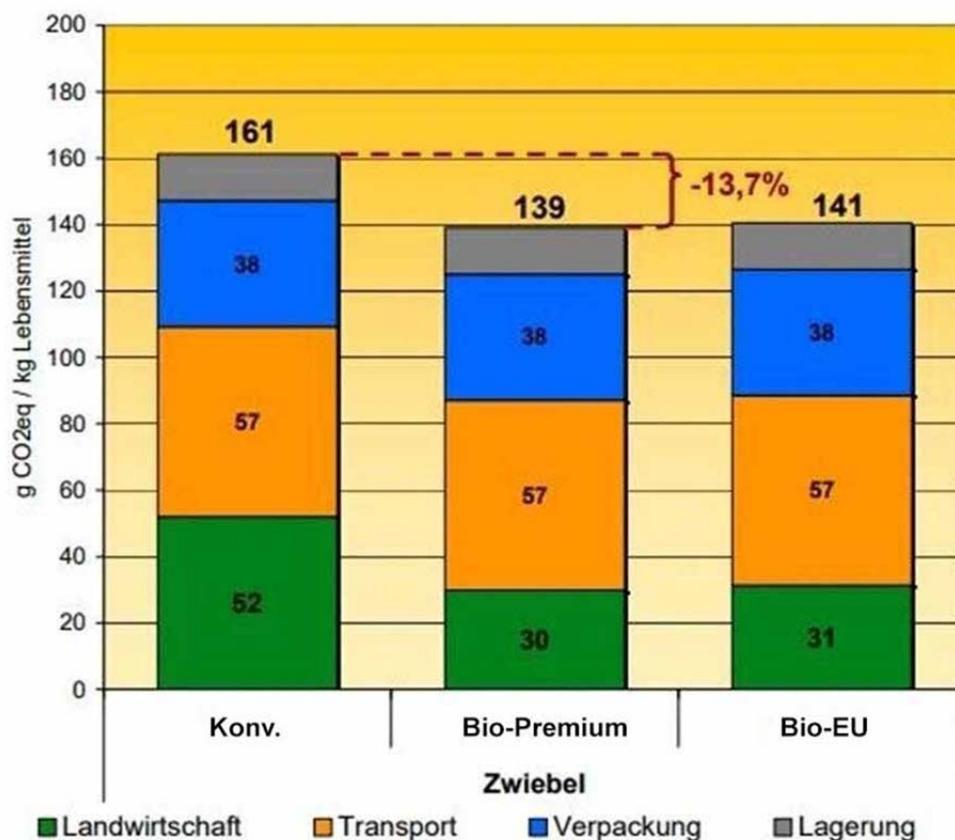


Abbildung 9: Produktionsabschnitte bei der Klimawirkung von Zwiebel, eigene Berechnungen (Konv. = aus konventioneller Landwirtschaft; Bio-Premium = aus Bio-Premium-Landwirtschaft mit Richtlinien, die über die Bio-EU-Verordnung hinausgehen; Bio-EU = aus Biolandwirtschaft basierend auf der EU-Verordnung)

Bei tierischen Erzeugnissen, die produktionsbedingt tendenziell eine große Klimawirkung haben (Grünberg et al., 2010), entfällt hingegen auf den Transport prozentual ein geringer Anteil. Wakeland et al. (2012) kommen in einer Studie auf 3 % der Gesamtemissionen von tierischen Lebensmittelerzeugnissen. Bei diesen Größenordnungen erscheint es bei tierischen Produkten wirkmächtiger, an anderen Stellen der Produktionsketten (z. B. in der landwirtschaftlichen Produktion) nach Potentialen zur Verbesserung der Klimawirkung zu suchen. Dennoch hat eine Reduktion des Transports durch Regionalisierung auch bei tierischen Produkten in Summe ein wichtiges THG-Einsparpotenzial.

So zeigt zwar das Beispiel **Milch**, dass die durch den Transport verursachten CO₂-Emissionen wie bei allen tierischen Produkten nur einen geringen Anteil an den Gesamtemissionen pro kg Produkt ausmachen (CO₂-eq-Emissionen für Kuhmilch im Kapitel 5.4.2: Transportemissionen nur etwa 10 % der Gesamtemissionen), dennoch besitzen wie erwähnt regionale Fleisch- und Milchprodukte v. a. bei großen Mengen bedeutsame THG-Einsparpotenziale.

Entscheidend ist dabei zudem auch die Art des Transports: Die transportbedingten Emissionen eines Produkts ergeben sich, neben der zurückgelegten Strecke, vor allem durch das verwendete Transportmittel (siehe Tabelle 4, Quelle: Ecoinvent 3). So ist eine (Übersee-)Transportkilometer-Tonne per Schiff mit 0,008880 kg CO₂-eq relativ emissionsarm. Ähnliches gilt für Transporte über den Landweg mit dem LKW: Diese betragen für einen LKW mit 16–32 t Ladekapazität 0,133 kg CO₂-eq pro tkm (Quelle: Ecoinvent 3) und fallen bei der Gesamtemission von Lebensmitteln, vor allem von tierischen Produkten, ebenfalls wenig ins Gewicht.

Ein Transport von einer Tonne Ware mit dem Flugzeug verursacht hingegen für einen zurückgelegten Kilometer mit 1,04–2,912 kg CO₂-eq um ein Vielfaches mehr an Emissionen. Nicht berücksichtigt in der Klimawirkung des Schiffs- und LKW-Verkehrs sind andere entstehende Schadstoffemissionen wie NO_x oder Russ.

LKW 16–32 t	0,133000 kg CO ₂ -eq pro tkm
Schiff, freight oceanic	0,008880 kg CO ₂ -eq pro tkm
Flugzeug	1,04–2,912 kg CO ₂ -eq pro tkm

Tabelle 4: Klimawirkung von unterschiedlichen Transportmitteln, Quelle: Ecoinvent 3

Der Transport von Lebensmitteln mit dem Flugzeug, etwa bei Überseeimporten von frischem Fisch, Spargel oder Erdbeeren, hat insofern durchaus einen großen Einfluss auf die Klimawirkung von auf diese Weise transportierten Lebensmitteln (Jungbluth, 2010) und stellt definitiv einen sinnhaften Ansatzpunkt für Reduktionsmaßnahmen dar.

Ein Abschnitt des Produktlebenszyklus von Lebensmitteln, der bei Ökobilanzierungen selten beleuchtet wird, ist der Weg eines Produkts vom Handel zu den Kund*innen. Bei Studien, in denen dieser Abschnitt Teil des Untersuchungsrahmens ist, zeigt sich oftmals, dass diese „letzten Kilometer“ einen empfindlichen Anteil an den Gesamtemissionen haben können. Bei einer LCA-Studie über Hafermilch von SIK (2013) zum Beispiel ist der Transport vom Lebensmittelgeschäft nach Hause der drittgrößte Verursacher von Emissionen (neben dem Haferanbau und der Verarbeitung). Lughofer (2011) thematisiert in seiner Arbeit, ebenfalls auf Basis von Ökobilanzen, den Aspekt des Einkaufsverkehrs. Wie in Abbildung 10 dargestellt, können die Gesamtemissionen um ein Drittel reduziert werden, wenn der Weg vom Handel zu den Kund*innen mit öffentlichen Verkehrsmitteln, und nicht mit dem PKW zurückgelegt wird.

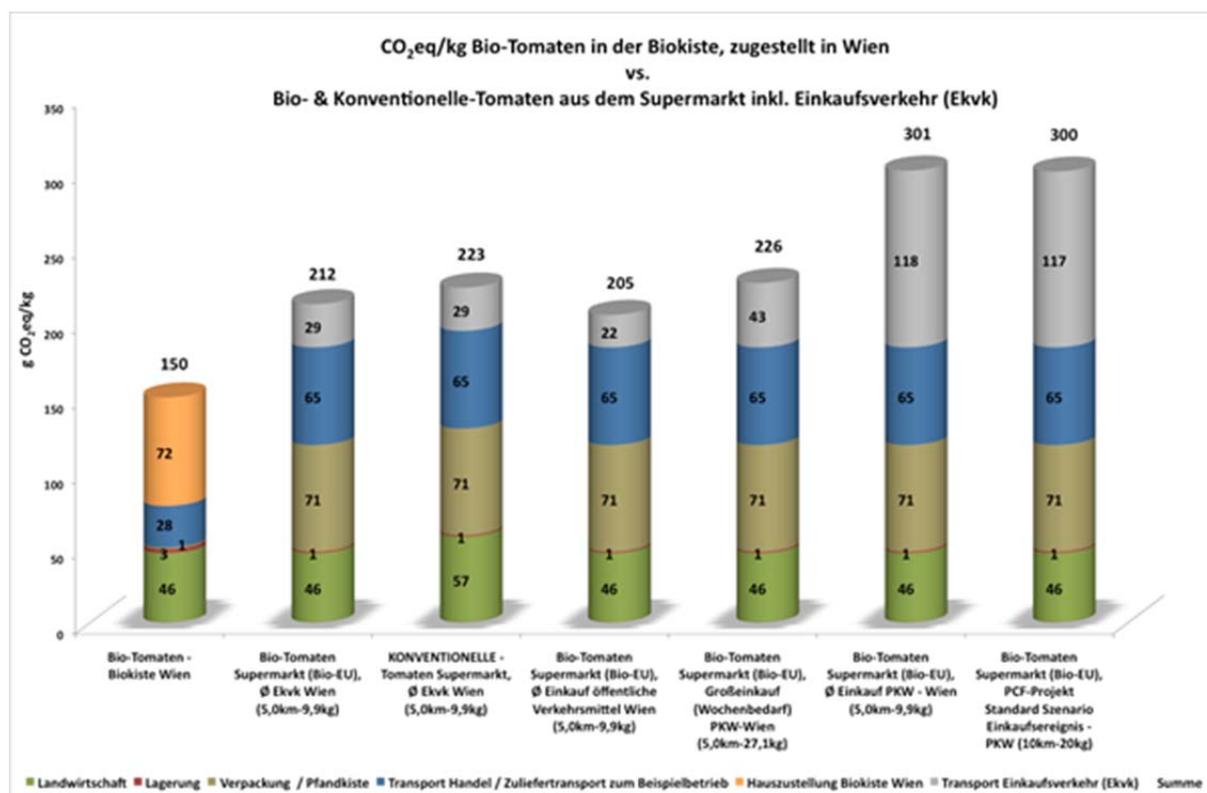


Abbildung 10: Klimawirkung von unterschiedlichen Transportvarianten beim Lebensmitteleinkauf (Lughofer, 2011)

Abschließend sei auf Szenarien hingewiesen, in denen Lebensmittel, die über weitere Strecken transportiert werden, eine insgesamt geringere Klimawirkung aufweisen als solche mit einem kurzen Transportweg von der Produktion bis zum Handel. Ein Beispiel dafür sind importierte Freiland-Tomaten aus Italien und Spanien, verglichen mit Gewächshaus-Tomaten aus Österreich, wie in Abbildung 11 dargestellt (Theurl et al., 2014). Wie die Grafik anhand des Beispiels **Tomaten** zeigt,

können unterschiedliche Produktionssysteme und klimatische Bedingungen in verschiedenen Ländern dazu führen, dass durch höhere Erträge und günstigere Produktionsbedingungen die transportbedingten Treibhausgasemissionen wieder aufgehoben werden – vor allem dann, wenn es sich um importiertes Gemüse aus dem Freiland handelt und regionales Gemüse im beheizten Gewächshaus produziert wird (Grünberg et al., 2010).

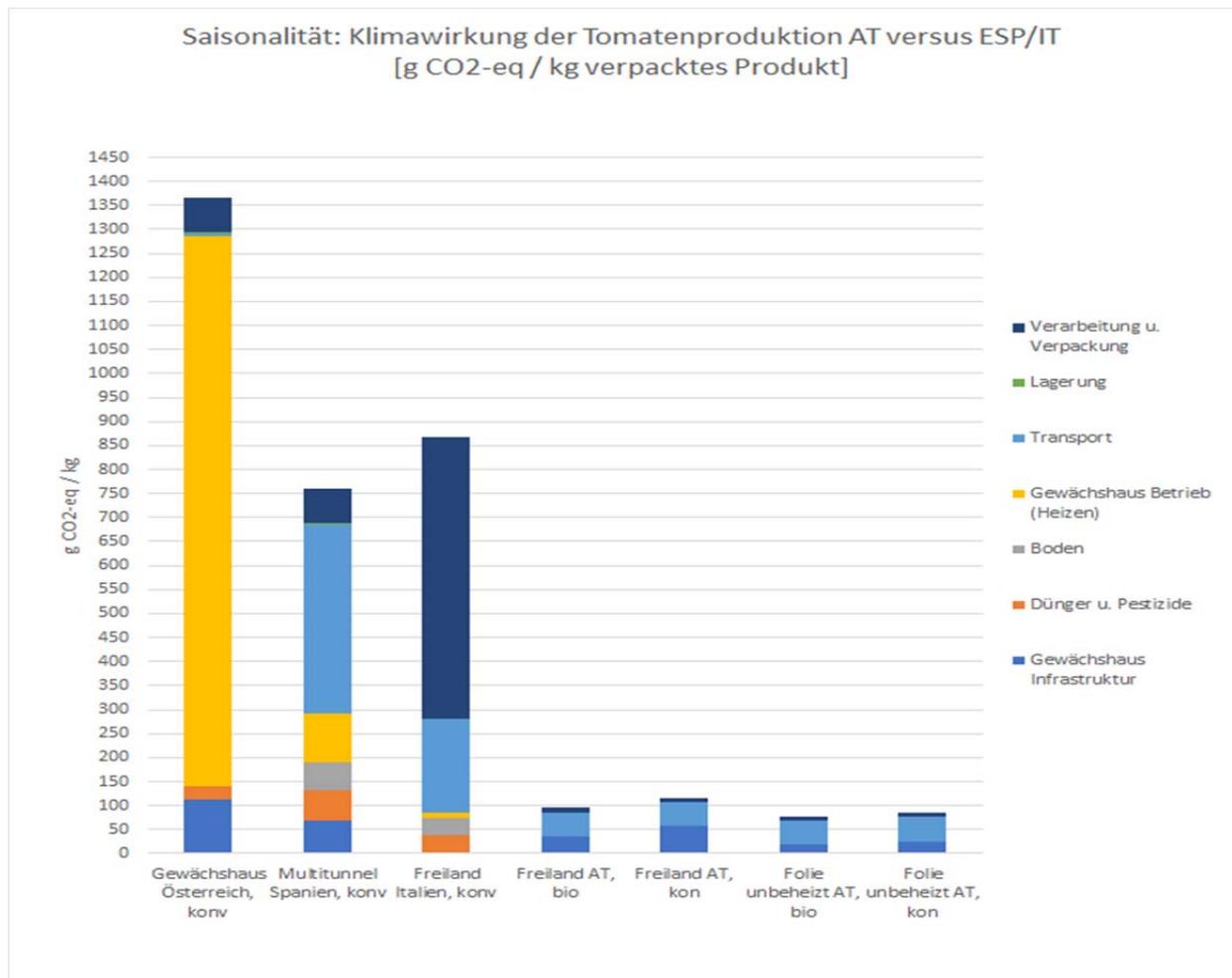


Abbildung 11: Klimawirkung von Tomaten aus Österreich versus Import (auf Basis von Theurl et al., 2014). Anmerkung zu Gewächshaus Österreich konv.: Die Beheizung erfolgt in der Berechnung von Theurl et al. (2014) durch Fernwärme in den Monaten November bis März.

4.4 Emissionsreduktion bei Verpackungen

Die Verpackung spielt in den meisten Fällen eine geringe anteilige Rolle in der CO₂-Bilanz. Ausnahmen gibt es teilweise bei Gemüse bzw. überall dort, wo das Verhältnis Verpackungsgewicht zu Produktgewicht klein ist (z. B. Pflücksalat in Kunststoffschalen). Zur Vermeidung von Müll und

Umweltverschmutzung ist eine Reduktion der Verpackung jedoch eine wichtige Stellschraube. Nachfolgend ist der Einfluss der Verpackung auf die gesamten Treibhausgasemissionen beispielhaft für die Produkte Brot, Milch und Schweinefleisch dargestellt.

Brot

Wie in Abbildung 12 zu sehen ist, spielt die Verpackung bei Brot anteilig eine eher untergeordnete Rolle im Vergleich zu anderen Phasen in der Wertschöpfungskette (z. B. Bäckerei oder Landwirtschaft). Die Verpackung hat bei konventioneller Produktion einen Anteil von 7 % und bei biologischer Produktion von 9 % an den gesamten CO₂-eq-Emissionen.

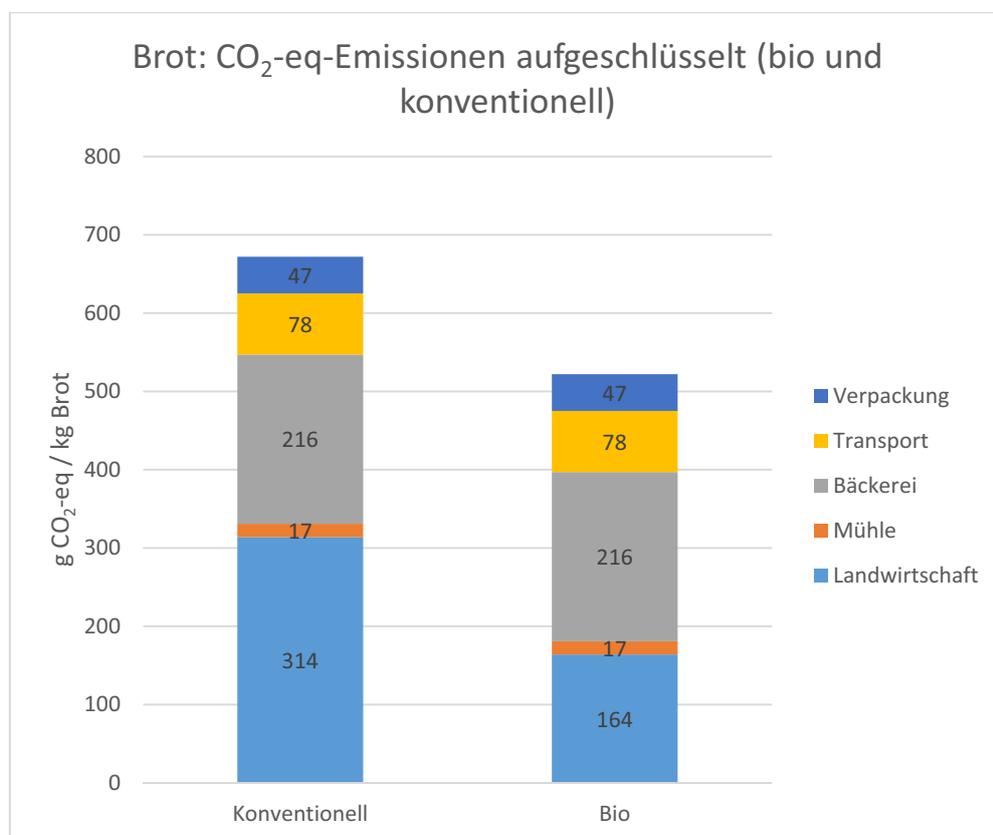


Abbildung 12: CO₂-eq-Emissionen für Brot, biologische und konventionelle Produktion (Lindenthal, 2020, basierend auf Daten des FiBL)

Milch

Die CO₂-Bilanz von Kuhmilch wird von den landwirtschaftlichen Prozessen dominiert. Die anderen Phasen in der Wertschöpfungskette machen vergleichsweise einen geringen Teil aus (Abbildung 13). Die Verpackung hat bei konventioneller Produktion lediglich einen Anteil von knapp 5 % und bei biologischer Produktion von etwa 6 % an den gesamten CO₂-eq-Emissionen.

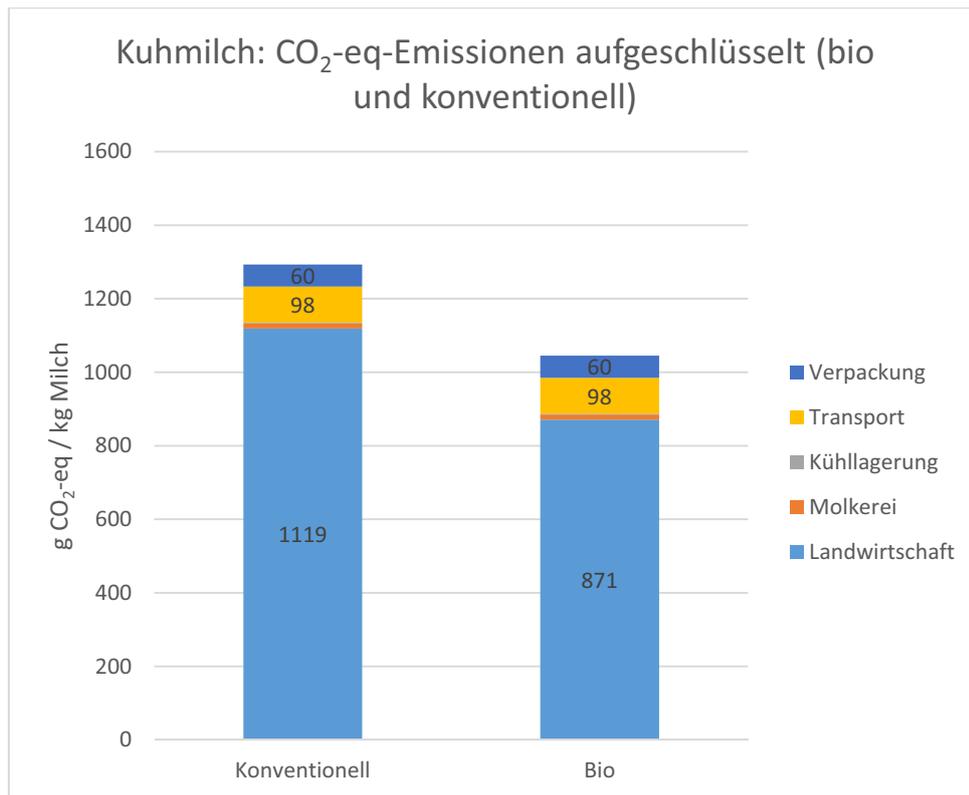


Abbildung 13: CO₂-eq-Emissionen für Kuhmilch, biologische und konventionelle Produktion in Österreich (Lindenthal, 2020, basierend auf Daten des FiBL)

Der Anteil der CO₂-Emissionen der Verpackung an den gesamten Emissionen ist generell bei tierischen Produkten gering. Für Schweinefleisch sei in diesem Zusammenhang auf die Abbildung 17 in Kapitel 5.2.2 hingewiesen.

Grundsätzlich gilt: Mehrwegverpackungen haben eine bessere Ökobilanz als Einwegverpackungen. Bei Getränken zeigen unabhängige Untersuchungen zu Ökobilanzen wie z. B. vom Deutschen Umweltbundesamt, die Studie von PWC, IFEU Handreichung, Österreichisches Ökologie Institut, dass das Mehrwegsystem in regionalen Kreisläufen ökologisch vorteilhafter als Einweg ist. Bei Mehrwegflaschen sind die ersten 10–15 Umläufe für das ökobilanzielle Ergebnis entscheidend. Umlaufzahlen zwischen 20 und 50 verbessern das ökobilanzielle Ergebnis weiter und haben zusätzlichen positiven Einfluss auf die Abfallreduktion.

5 Auswirkungen verschiedener Produktionsweisen auf die Klimabilanz von ausgewählten Lebensmitteln und Darstellung von klimarelevanten Faktoren

Im folgenden Kapitel werden die Treibhausgasemissionen, die entlang der Wertschöpfungskette – von der Landwirtschaft inkl. Vorketten bis zum Supermarktregal – entstehen, für neun ausgewählte Produkte thematisiert. Für jedes Produkt wird im ersten Schritt ein überblicksartiger Literaturreview, basierend auf peer-reviewed Studien und Daten des FiBL, und eine Darstellung der bedeutenden Einflussfaktoren bezüglich Klimawirkung geboten. Hierbei werden die jeweiligen durchschnittlichen Treibhausgasemissionen getrennt für biologische und konventionelle Produktion dargestellt, sowie zusätzlich die Mindest- und Maximalwerte. Für jene Erzeugnisse, mit denen sich Österreich laut Statistik Austria (2021a) zu 85 % und mehr selbst versorgt (Rindfleisch, Schweinefleisch, Eier, Milch, Äpfel und Brot bzw. Getreide), beziehen sich die Darstellungen der CO₂-eq-Emissionen für biologische und konventionelle Produkte auf Österreich. Für die Mindest- und Maximalwerte aus der Literatur wird die geographische Systemgrenze auf europäische und globale Ebene erweitert, um eine höhere Bandbreite abzubilden.

Im zweiten Schritt wird auf Basis von eigenen Modellierungen die Klimawirkung der 9 ausgewählten Lebensmittel (Rindfleisch, Schweinefleisch, Eier, Milch, Hafermilch, Tofu, Brot, Tomaten, Äpfel) unter Berücksichtigung von vier Szenarien (Konventionell, Konventionell regional, Bio, Bio regional) untersucht. Auf den Einfluss der unterschiedlichen Abschnitte der Produktionskette wird hier ebenfalls eingegangen. Zur Berechnung der CO₂-eq-Emissionen wurde die Methode IPCC GWP 2013 100a (V1.03) verwendet. Der Untersuchungsrahmen umfasst die Wertschöpfungskette von der landwirtschaftlichen Produktion inklusive Vorketten bis zum Supermarktregal (Cradle to Point of Sale).

Die Szenarien **Konventionell** und **Bio** bilden die durchschnittliche konventionelle/biologische Produktion des jeweiligen Lebensmittels im Herkunftsland ab. Was Herkunft und Transportwege betrifft, wird von üblichen Standards im heimischen Lebensmitteleinzelhandel ausgegangen. Ob ein Lebensmittel in diesen beiden Szenarien importiert wird oder nicht, wird in dieser Untersuchung vom Selbstversorgungsgrad des jeweiligen Lebensmittels in Österreich abhängig gemacht. Liegt dieser über 85 %, wird hier eine österreichische Herkunft unterstellt.

Die Szenarien **Konventionell regional** und **Bio regional** beschreiben ebenfalls die durchschnittliche konventionelle/biologische Produktion in Österreich. Allerdings wird die Herkunft der Lebensmittel in diesen Szenarien **immer** in Österreich verortet. Für die Inlandtransportwege mit dem LKW zwischen den einzelnen Produktionsschritten (z. B. bei Brot von der Landwirtschaft zur Mühle, von der Mühle zur Bäckerei, von der Bäckerei zum Verteiler, vom Verteiler zum Supermarkt) werden in den beiden Regional-Szenarien zudem kürzere Distanzen angenommen.

Bei sechs der untersuchten Produkte, nämlich Rindfleisch, Schweinefleisch, Eier, Milch, Brot und Äpfel, ist der österreichische Bedarf zu mindestens 85 % durch die heimische Produktion gedeckt (vgl. Statistik Austria, 2021a). Als Herkunftsland wurde für diese sechs Produkte daher sowohl bei den Regional- als auch bei den Nicht-Regional-Szenarien (bio und konventionell) immer Österreich angenommen. Die Unterschiede zwischen den Regional- und den Nicht-regional-Szenarien ergeben sich in diesen Fällen aus den unterschiedlichen Annahmen bezüglich der zurückgelegten Inlandtransportstrecken mit dem LKW. Bei den Produkten Hafermilch, Tofu und Tomaten ist der Selbstversorgungsgrad entweder sehr niedrig (bei Tomaten 19 %, vgl. Statistik Austria, 2021a) oder unbekannt (Tofu). Bei diesen drei Produkten wurde in den Regionalszenarien (bio und konventionell) von einer 100-prozentigen Produktion in Österreich (mit österreichischen Rohstoffen) ausgegangen. Bei den Nicht-regional-Szenarien (bio und konventionell) wurden Importe aus dem Ausland angenommen (Ausnahme Bio-Hafermilch). Sie sind als realitätsnahe Fallbeispiele zu verstehen. Die Annahmen, die der Modellierung dieser drei Produkte zugrunde liegen, werden im Detail in den jeweiligen Kapiteln erläutert.

5.1 Rindfleisch

5.1.1 Klimawirkung Rindfleisch – Stiermast

Von den rund 645.000 in Österreich geschlachteten Rindern im Jahr 2020 entfiel der Großteil (knapp 39 %) auf Stiere, gefolgt von Kühen, Kalbinnen, Kälbern, Ochsen und Jungrindern (Statistik Austria, 2021b). Rindfleisch aus Stiermast mit Milchkuhkälbern ist also jenes Fleisch, das Konsument*innen im Handel zumeist vorfinden. In der Rindfleischproduktion bestehen große Unterschiede bei konventionellen und biologischen Betrieben und es gibt eine Vielzahl an Haltungformen. Aufgrund des großen Anteils der Stiermast in der österreichischen Rindfleischproduktion wurde für die Modellrechnung und die Darstellung der Klimawirkung von Rindfleisch der Fokus auf die Stiermast mit Milchkuhkälbern gelegt. Da Rindfleisch aus Bioproduktion oftmals höheren Standards hinsichtlich Tierwohl unterliegt, gibt es nur wenige Bio-Stiermastbetriebe. Der Vergleich von Bio und Konventionell hat daher bei Rindfleisch aus Stiermast einen theoretischen Ansatz. Die Abbildung 14

zeigt zum einen die Treibhausgasemissionen für biologisch und konventionell erzeugtes Rindfleisch aus Stiermast mit Milchkühhälbern in Österreich nach Hörtenhuber (2021). Zum anderen sind die Spannbreiten in Form von Minimal- und Maximalwerten für Rindfleisch aus europäischer Stiermast dargestellt (basierend auf Alig et al., 2012; Kral, 2011; Neumayr, 2012; Hörtenhuber, 2021). Bio-Rindfleisch verursacht 12,9 kg CO₂-eq pro kg Schlachtgewicht (SG) und Rindfleisch aus konventioneller Erzeugung 14,6 kg CO₂-eq. Bei der konventionellen Erzeugung wurden 3 Fütterungsvarianten berücksichtigt. Alle Fütterungsvarianten basieren vorwiegend auf Maissilage und unterscheiden sich vor allem in ihren Anteilen von Überseesoja (0–0,68 kg pro kg SG), Proteinkraftfuttermix (0–1,98 kg Trockenschlempe pro kg SG) und Rapsschrot (0–0,55 kg pro kg SG). Bei Bio-Stiermast basiert die Fütterung auf Grassilage und Weidefutter, verglichen mit der konventionellen Ration weist sie höhere Anteile bei Gerste, Weizen und Körnermais auf. Soja- und Rapsschrot sowie Trockenschlempe sind nicht Bestandteil der Bio-Futtermischung.

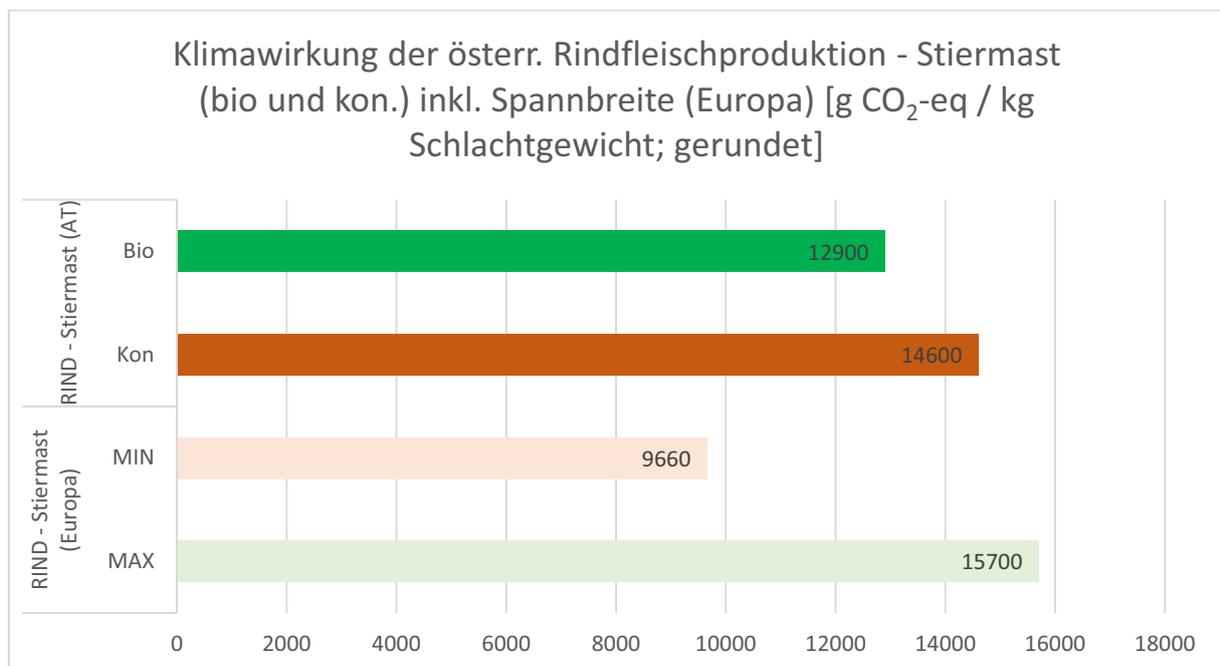


Abbildung 14: Klimawirkung der österreichischen Rindfleischproduktion (bio und konventionell) aus Stiermast inkl. Spannweite der europäischen Stiermast-Produktion in Gramm CO₂-eq pro Kilogramm Schlachtgewicht

Der Minimalwert von 9,7 kg CO₂-eq pro kg SG bezieht sich auf intensive Stiermast in Frankreich (Agribalyse, 2016), berechnet mit SimaPro 9.0 mittels der Methode IPCC 2013 GWP 100a V1.03. Der Maximalwert von 15,7 kg CO₂-eq pro kg SG stammt aus Alig et al. (2012) und bezieht sich auf intensive Stiermast in Deutschland.

5.1.2 Klimawirkung Rindfleisch – 4 Szenarien

Nachfolgend sind die Treibhausgasemissionen für Bio-Rindfleisch (Stiermast) und konventionelles Rindfleisch (Stiermast) zusätzlich für ein regionales Szenario modelliert worden, dem verkürzte nachgelagerte Transportdistanzen (etwa von der Landwirtschaft bis zum Schlachthof) unterstellt sind.

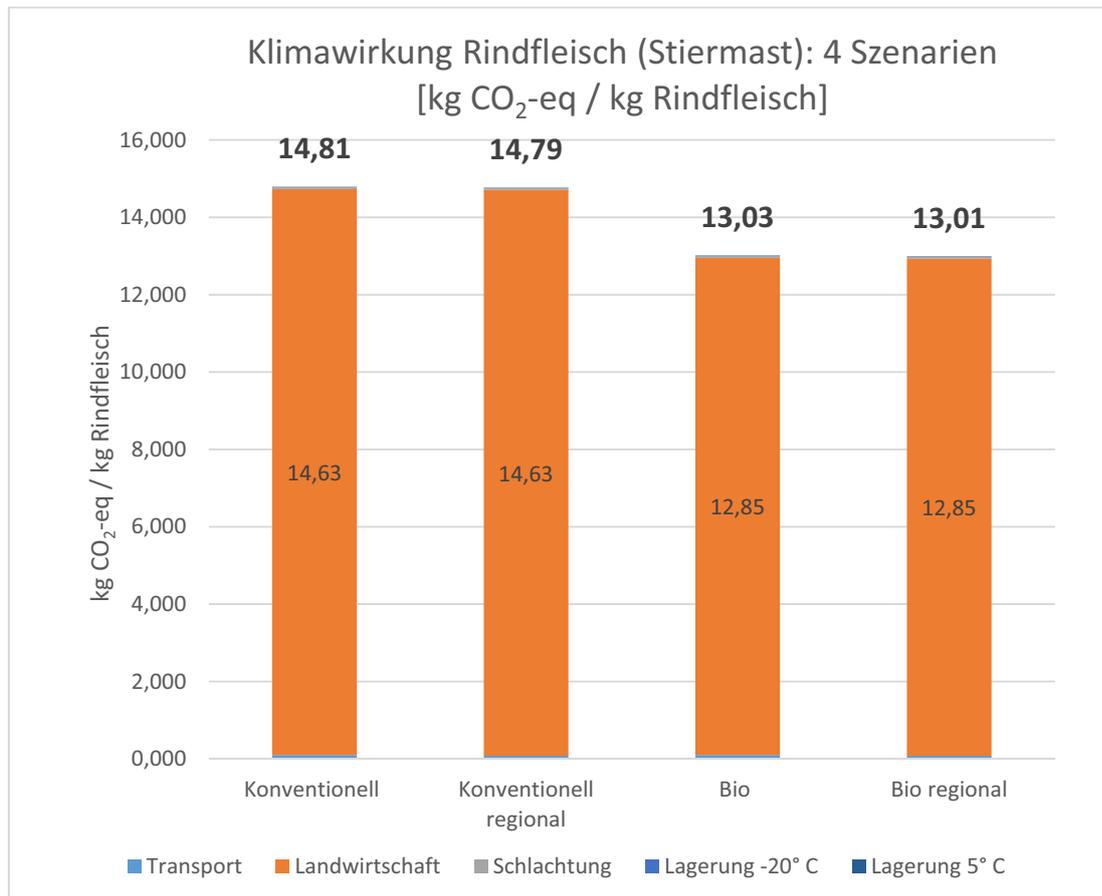


Abbildung 15: CO₂-eq-Emissionen der österreichischen Rindfleischproduktion, 4 Szenarien

Die CO₂-eq-Emissionen im Produktionsabschnitt Landwirtschaft machen den absoluten Hotspot bei der Klimawirkung der Rindfleischproduktion aus. Nachgelagerte Bereiche wie Transport, Lagerung und Schlachtung haben lediglich sehr geringe Anteile an den Gesamtemissionen. Die unterschiedlichen Szenarien, die durch veränderte Transportdistanzen charakterisiert sind, haben keinen nennenswerten Einfluss auf die Klimawirkung. Die Differenz zwischen den Regional- und den Nicht-regional-Szenarien (sowohl bio als auch konventionell) beläuft sich auf 20 g CO₂-eq pro kg.

Die geringeren CO₂-eq-Emissionen der Bio-Stiermast-Szenarien, verglichen mit den konventionellen Szenarien, resultieren vor allem aus dem Sojaschrotanteil in der konventionellen Futtermittelration und damit verbundenen Landnutzungsänderungen in den Soja-Herkunftsländern. Die Fütterung in der Bio-Stiermast basiert auf Grassilage und Weidefutter und enthält kein Sojaschrot.

5.1.3 Vorteile extensiver, graslandbasierter Rindfleisch- und Milchproduktion – eine systemische Annäherung

In der Rindfleischproduktion gibt es verschiedene Systeme, die sich etwa durch Geschlecht (Kalbinnen, Stier- und Ochsenmast), Schlachalter (Kälber- und Jungrindermast) oder durch die Art der Kälberaufzucht (Mutterkuhhaltung) unterscheiden. Pauschale Aussagen über die Klimawirkung der Rindfleischproduktion sind aufgrund der großen Bandbreite in der Produktion und der großen Schwankungsbreiten innerhalb der verschiedenen Systeme kaum zu treffen.

Konventionelle und Bio-Haltungssysteme in Österreich unterscheiden sich hinsichtlich der grundsätzlichen Haltungsform meist deutlich. Während in der konventionellen Produktion kraftfutterintensive Stiermastbetriebe in Stallhaltung dominieren, stammt österreichisches Bio-Rindfleisch vorwiegend aus extensiven Mutterkuhbetrieben mit Weidehaltung.

Im Folgenden werden die ökologischen und sozio-ökonomischen Vorteile von Mutterkuhhaltung und generell auch der extensiven und mittelintensiven Weidehaltung von Rindern (für Milch- und Fleischerzeugung) dargestellt. Dabei wird auch auf systemische Zusammenhänge insbesondere im Kontext mit der Frage der **Gefahren von Intensivierung** (was die CO₂-Bilanzen vieler Produkte pro kg und insbesondere bei Rindfleisch stark senkt) eingegangen.

I.) **Auswirkung von (extensiv) bewirtschaftetem Grünland und Weidehaltungssystemen (Mutterkuh- und Milchviehhaltung) auf ökologische Faktoren und Ernährungssouveränität**

a) **Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen**

Die **Artenvielfalt** (Pflanzen- und Tierarten **in den Wiesen** und in den **Randzonen der Wiesen**) ist auf vorwiegend extensiv bewirtschafteten Wiesen, Weiden oder Almen wesentlich höher als auf ungenutzten Grünlandflächen, die zuerst verbuschen und irgendwann in Wald übergehen (Gerowitt et al., 2013). Pro 100 m² konnten auf Mäh- und Weideflächen ca. 30–50 Arten gefunden werden. Auf extensiv bewirtschafteten Flächen werden vor allem auch seltene und wertvolle Arten noch häufiger angetroffen. Insgesamt können im bewirtschafteten Grünland etwa 1.000 Pflanzenarten beobachtet werden. Ohne Pflege und gezielte Nutzung würde die Artenvielfalt eher verarmen (Buchgraber und Gindl, 2004).

Außerdem bilden Grünlandflächen **wertvolle Übergangsbereiche** zwischen Äckern, Wäldern oder Gewässern und tragen zur **Vernetzung von Ökosystemen** bei. Der komplex strukturierte Wurzelraum von Grünland hat überdies Einfluss auf Wasserreinhaltung, Erosionsschutz und

Kohlenstoffspeicherung (Gerowitt et al., 2013) und somit auch auf eine **hohe bodenbiologische Vielfalt**.

Im Vergleich dazu intensive Stiermastsysteme: Wird Kraftfutter-betont in der Rindermast (intensive Stiermastsysteme) gefüttert, so werden für das eingesetzte Kraftfutter **Ackerflächen in großem Umfang** beansprucht, die mit Mineraldünger und chemisch synthetischen Pestiziden gedüngt werden, die die **Artenvielfalt drastisch reduzieren** (aufgrund des hohen Stickstoff-Niveaus, des Pestizideinsatzes und enger Fruchtfolgen, siehe IPBES, 2019). Zudem sind insbesondere ackerbauliche Systeme an der **Ausräumung der Landschaft** beteiligt, was einen zweiten starken Treiber für den landwirtschaftsbedingten Biodiversitätsverlust darstellt (siehe IPBES, 2019).

b) Eutrophierungs- und Versauerungspotential

Ergebnisse von De Vries et al. (2015) zeigen für nicht gedüngtes Grünland im Gegensatz zu kraftfutterbasierter Mast ein geringeres Eutrophierungs- und Versauerungspotential. Wird das Grünland gedüngt, fällt der Vorteil zugunsten kraftfutterbasierter Mastsysteme aus, sofern das Ackerbausystem keinen hohen Stickstoff- und Phosphor-Überschuss aufweist.

In extensiven und mittelintensiven Systemen von Mutterkuhhaltung und Milchwirtschaft ist daher der **Eintrag von Phosphor in die Gewässer** deutlich geringer sowie die **Nitratbelastung von Grundwasser** weitgehend ausgeschlossen (Lindenthal, 2000). Hingegen bringt Ackernutzung in unterschiedlicher Weise Belastungen des Grundwassers mit Nitrat (und Pestiziden), insbesondere in intensiven Ackerbausystemen, mit sich (siehe Heißenhuber et al., 2015).

c) Tierwohl

In der biologischen Landwirtschaft haben Rinder, neben anderen Vorteilen in Bezug auf Tierwohl, auch verpflichtenden Weidegang. Extensive und mittelintensive Weidehaltungssysteme von Rindern und insbesondere Mutterkuhhaltungssysteme haben deutliche Vorteile hinsichtlich **Tiergerechtigkeit** u. a. im Vergleich mit Intensivstiermastsystemen (siehe Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL, 2015). Durch Weidehaltung werden zudem das **Immunsystem der Tiere** und ihre natürlichen Abwehrkräfte gegen Krankheiten gestärkt (Sanders und Heß, 2019). Außerdem trägt Weidehaltung zu besserer **Klauengesundheit** bei und ermöglicht den Tieren eine selektive Futterwahl von Kräutern und Gräsern (Gerowitt et al., 2013; Sanders und Heß, 2019). Laut Müllleder et al. (2008) bieten zudem Einstreusysteme Vorteile für das Tierwohl und die Ethologie. Die Missstände in der Tierhaltung bei intensiver Haltung in **Milchviehbetrieben** zeigen sich auch an einer sehr **geringen Lebensdauer und Krankheiten von Hochleistungskühen**.

d) Wasserverbrauch

Durch die Nutzung des Grünlandes anstelle der Verwendung von Kraftfutter in der Rindermast wird weniger Wasser für Futteraufwuchs verbraucht und vor allem wird durch die Nutzung des Dauergrünlandes **kein Wasser in wasserknappen Gebieten** verbraucht. (Dort liegen viele Ackerbauregionen, in denen sich der Wasserstress durch den Klimawandel und durch die Zunahme von Trockenperioden noch verstärken wird.) Mit Rinderhaltung auf Graslandbasis wird somit **der Druck auf die Grundwassernutzung durch Bewässerung** (für die ansonsten vermehrte Kraftfutterproduktion) **reduziert**, da weniger Kraftfutter verbraucht und damit der Intensivierungsdruck auf die Ackerbauregionen reduziert wird.

e) Gewässerschutz

Zudem entstehen durch Weidehaltungssysteme in extensiven und mittelintensiven Grünlandlagen **deutlich weniger Oberflächengewässerbelastungen** durch Stickstoff und Phosphor (**Eutrophierung**). Weiters kann durch die extensive und mittelintensive Dauergrünlandbewirtschaftung (Wiesennutzung in Verbindung mit Weidehaltung) **Nitratbelastung** des Grundwassers weitgehend vermieden werden.

f) Beitrag zum Klimaschutz – Sicherung der Kohlenstoffbindung in den Grünlandböden

Dauergrünlandböden weisen deutlich höheren Humusgehalt als Ackerböden auf und speichern somit wesentlich mehr Kohlenstoff im Oberboden. Durch geringen Kraftfutterbedarf von Weidehaltungssystemen und insbesondere bei Mutterkuhhaltung wird die Grünlandbewirtschaftung gesichert und ein (zumindest international wahrscheinlicher) Grünlandumbruch in günstigeren Lagen (durch Zunahme von Bedarf und Nachfrage von Kraftfutter) vermieden.

g) Vorteile der **an die Weidehaltung angepassten Rassen** ergeben sich aufgrund eines geringeren Lebendgewichts im Vergleich mit neuen Hochleistungsrassen, wodurch es zu geringeren Weideschäden (z. B. Verdichtung durch Vertritt) kommt.

h) Geringere Lebensmittelkonkurrenz – erhöhte Ernährungssouveränität

Der Anbau von Futtermitteln auf Ackerflächen in Form von Kraftfutter (Getreide, Eiweißfutter wie z. B. Soja, Erbsen, Ackerbohnen) konkurriert direkt mit den von Menschen verzehrbaren Lebensmitteln (Wolff et al., 2016; Ertl et al., 2016; Schlatzer und Lindenthal, 2018a). Grünlandbasierte Fütterung benötigt deutlich weniger Kraftfutter (Alig et al., 2012; Wolff et al., 2016) bis hin zum fast vollständigen Verzicht auf **Kraftfutter bei Mutterkuhhaltungssystemen**. Weidehaltungssysteme und insbesondere Mutterkuhhaltung tragen somit wesentlich zur Ernährungssouveränität bei, weil sie

Grasland nützen, das sonst nicht zum Nahrungsmittelanbau verwendbar ist und damit keine zusätzlichen Ackerflächen beansprucht werden (Lindenthal und Schlatzer, 2020). Die **Ackerflächenbeanspruchung für die Rindfleischproduktion** (und die Milchproduktion) **im Inland**, aber auch **im Ausland** (siehe Soja aus Übersee und dem Donaoraum für die Kraftfuttermischungen) ist somit enorm verringert.

Als weitere Vorteile extensiver, graslandbasierter Mutterkuhhaltung bzw. Jungrindfleisch- und Milchproduktion kommen hinzu:

- **Geringerer Antibiotikaeinsatz** und damit geringere Gefahr der Antibiotikabelastung der Ökosysteme bzw. Antibiotikaresistenzen bei Menschen
- **Sicherung der Almbewirtschaftung und damit der Bedeutung von Almen** (Bedeutung für die Biodiversität, Beitrag zur „Kulturlandschaft“ bzw. zur Erhaltung von ökologischen Kreisläufen)

II.) Gegenkonzept zum zunehmenden Kraftfutterbedarf in der Rinderhaltung – Gegenkonzept zur zunehmenden Intensivierung

In Ergänzung zu Punkt I.): Graslandbasierte Rinderhaltung (Milchvieh- und insbesondere Mutterkuhhaltung) stellt zudem ein **Gegenkonzept dar, um zukünftigen Gefahren eines zunehmenden Kraftfutterbedarfs** (in der Rinderhaltung und generell in der Tierhaltung) und damit einer notwendigen Intensivierung im Ackerbau (aufgrund erhöhter Nachfrage nach Futtergetreide und Eiweißfutter) wirksam zu begegnen.

Durch das einseitige Ziel der Reduktion der Treibhausgas-Emissionen pro kg Produkt erhalten **Intensivierungsmaßnahmen** in allen Produktionsbereichen der Landwirtschaft und so auch in den Intensivtierhaltungssystemen bzw. Intensivmastsystemen eine scheinbar eindeutige, wissenschaftlich begründete Grundlage. Die **vielfältigen negativen Folgen bzw. Trade Offs, die bei einer solchen Effizienz- bzw. Intensivierungsentwicklung auftreten, werden vielfach ausgeklammert. Sie sollen hier kurz zusammengefasst werden:**

- a) **Ernährungssicherung/Ernährungssouveränität** in Österreich werden weiter abnehmen, wenn der Kraftfuttereinsatz ansteigt. (Um die Intensivierung in der Rinder-, Schweine- und Hühnermast weiter umsetzen zu können, wird mehr Kraftfutter benötigt.) Damit wird die **Nahrungskonkurrenz** der Tierhaltung (Fütterung) zum Menschen weiter **steigen** und das

Grünland weniger genutzt werden. Dies ist bereits bei – für die Biodiversität besonders wichtigen – extensiven Lagen und Almwiesen zu beobachten, deren Nutzung aufgrund der Marktpreise für Fleisch und Milch mehr und mehr unrentabel wird. Der Nutzungswegfall von Wiesen und Weiden wird sich bei gleichbleibendem Trend in mittelintensiven Lagen fortsetzen und somit eine wichtige Nahrungsgrundlage für die Menschen im alpinen Raum weiter verringern, was die **Krisenanfälligkeit** der Lebensmittelversorgung in Österreich erhöht (Lindenthal und Schlatzer, 2020).

- b) Der komplette Nutzungswegfall führt zu einem Verlust von Arten des Dauergrünlands und von Lebensräumen, da die Grünland-Standorte dann verbuschen bzw. verwalden.
- c) Die **Intensivierung im Ackerbau** aufgrund des zunehmenden Bedarfs an Kraftfutter hat gravierende negative Folgen (siehe Heißenhuber et al., 2015):
- **Abnahme der Bodenfruchtbarkeit** der ackerbaulich genutzten Böden (Humusabbau, Zunahme von Bodenerosion und Bodenverdichtung)
 - **Anstieg der Biodiversitätsverluste** in Ackerbausystemen und tangierten Ökosystemen (durch gesteigerten Pestizideinsatz, erhöhtes Stickstoff-Niveau und weitere Ausräumung der Landschaft)
 - **Anstieg des Pestizideinsatzes** im Ackerbau (u. a. aufgrund der nötigen Verengung der Fruchtfolgen) mit seinen negativen Folgen auf Biodiversität (siehe oben), Gewässerschutz, Bodenleben und menschliche Gesundheit
 - **Zunahme der Eutrophierung und Nitratbelastung des Grundwassers** aufgrund des durch die Intensivierung erforderlichen erhöhten Stickstoff- und Phosphor-Niveaus in den Ackerböden
 - **Anstieg der Krisenanfälligkeit** wegen des zunehmenden Einsatzes von **fossiler Energie** und weiter steigende **Importabhängigkeit** aufgrund erhöhten Einsatzes von Mineraldünger und Pestiziden (Lindenthal und Schlatzer, 2020). Zudem bedarf es wahrscheinlich zusätzlicher Kraftfutterimporte nach Österreich.
- d) Als Folgen des Intensivierungsdrucks und damit des zunehmenden Kraftfuttereinsatzes auch in der Rinderhaltung kommt es zu einer **Verknappung an Ackerflächen**. Diese Verknappung und der zusätzliche Bedarf an Ackerflächen wird sehr wahrscheinlich zu vermehrtem **Grünlandumbruch** in günstigeren Lagen führen (international und eventuell auch national, wenn das Grünlandumbruchverbot in Österreich aufgehoben würde). Diese günstigeren Standorte, für die ein Grünlandumbruch rentabel werden wird, werden mit dem Klimawandel flächenmäßig sehr wahrscheinlich zunehmen (APCC 2014). Durch Grünlandumbruch werden enorme CO₂-Emissionen verursacht (durch Freisetzung eines großen Teils des Bodenkohlenstoffs in Form von

CO₂), dazu kommen weitere negative ökologische Folgen u. a. in Bezug auf Biodiversität, Gewässerschutz und Bodenschutz (Humusabbau, zunehmende Bodenerosion und -verdichtung).

- e) Auch die weitere **Zerstörung von Tropenwäldern und Savannen** mit ihren äußerst negativen Folgen auf Klima, Biodiversität und Wasserhaushalt (Schlatzer und Lindenthal, 2018a, 2019 und 2020) wird durch einen erhöhten Bedarf an Kraftfutter für die Rindermast in Österreich (und international) vorangetrieben.
- f) **Weitere zusätzliche Nährstoffimporte in den Betrieb** durch den zunehmenden Kraftfutterzukauf und -einsatz im Falle der Intensivierung bei Rindermast und anderen Mastsystemen: Dies betrifft v. a. Stickstoff und Phosphor (Lindenthal 2000), was zu einem starken Rückgang der Biodiversität (IPBES 2019), zu einer erhöhten Eutrophierung der Oberflächengewässer sowie zu einer erhöhten Nitratbelastung des Grundwassers führt.

5.1.4 Maßnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen bei Rindfleisch

Reduktion von enterogenen Methanemissionen

Züchtungen auf effizientere Rinder können einen Beitrag zur Reduktion der enterogenen Emissionen von Methan (CH₄) im einstelligen Prozentbereich leisten (Hörtenhuber et al., 2016; Meier et al., 2014). Zusätzlich können Futtermittelzusatzstoffe durch die Reduktion methanogener Archaeobakterien zu einer Verringerung von bis zu 30 % des enterogenen CH₄ führen. Die Wirkung pflanzlicher Zusatzstoffe scheint dabei geringer zu sein als jene synthetischer Stoffe (siehe u. a. Ballard et al., 2011; Van Wesemael et al., 2019). Eine Reduktion der enterogenen CH₄-Emissionen erhöht aber das Risiko, dass nachfolgend die CH₄-Emissionen aus dem Wirtschaftsdünger höher ausfallen (Hindrichsen u. a., 2006). Eingriffe zur Verminderung der enterogenen CH₄-Emissionen hemmen zumeist auch die (Faser-)Verdaulichkeit des Grundfutters und sind dementsprechend für (Bio-)Weiderinder und allgemein „extensiv“ gehaltene Rinder jedenfalls zu hinterfragen.

Reduktion von Methanemissionen aus Wirtschaftsdünger

Festmistssysteme verursachen bei hohen Entmistungsintervallen verglichen mit Güllesystemen geringere Methanemissionen (Neumayr, 2012). Für einen Tiefstreustall sind die Emissionen mit Güllesystemen vergleichbar. Wenn sich die Rinder über einen großen Zeitraum aber nicht im Stall, sondern auf der Weide befinden, können die Emissionen deutlich zurückgehen.

Es sei darauf hingewiesen, dass sich nicht jede Maßnahme auch quantifizierbar in CO₂-Bilanzen

niederschlägt. So wirken sich etwa gute Haltungs- und Hygienebedingungen positiv auf die Bereiche Tiergesundheit und artgerechte Haltung aus, die Auswirkung auf die CO₂-Bilanz ist jedoch nicht eindeutig in CO₂-Äquivalenten berechenbar.

5.2 Schweinefleisch

5.2.1 Klimawirkung Schweinefleisch

Wie in Abbildung 16 ersichtlich, verursacht Bio-Schweinefleisch aus Österreich – mit durchschnittlich 2,6 kg CO₂-eq pro kg SG – deutlich weniger Treibhausgasemissionen als Schweinefleisch aus konventioneller Produktion (Kral, 2011; Leeb et al., 2015; Hinterberger et al., 2011; Hörtenhuber et al., 2012). In der biologischen Schweinefleischproduktion wird kein Sojaextraktionsschrot aus Übersee eingesetzt, das mit hohen Treibhausgasemissionen aus der direkten Landnutzungsänderung verbunden ist. Ähnlich hohe Mastleistungen wie in der konventionellen Produktion führen dabei zu einem deutlichen Bio-Vorteil bei Schweinefleisch.

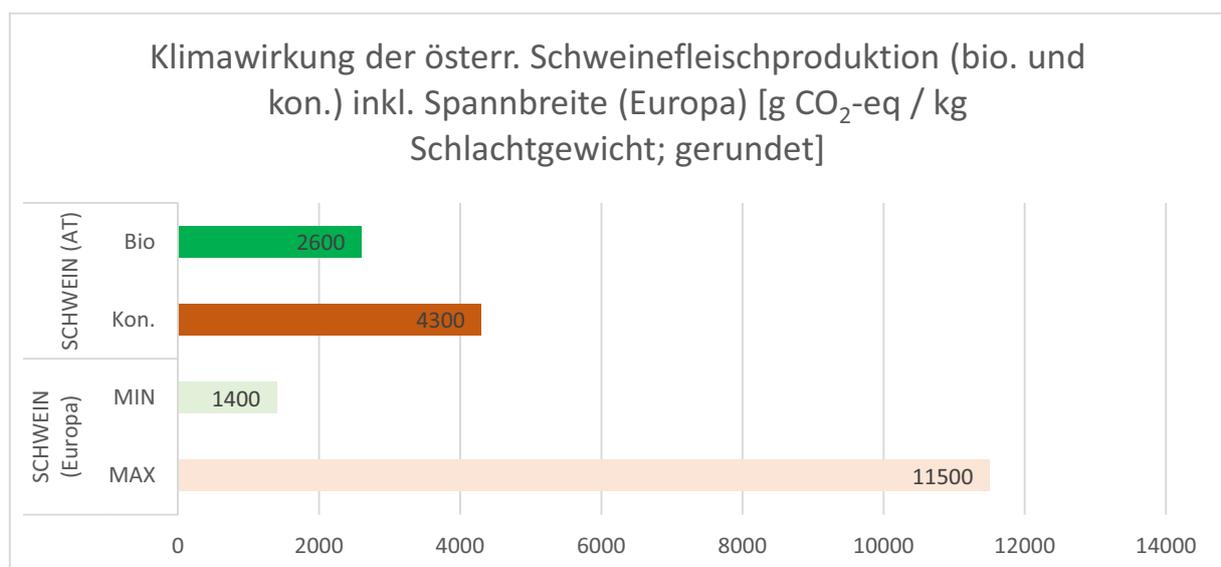


Abbildung 16: Klimawirkung der österreichischen Schweinefleischproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannweiten der europäischen Produktion in Gramm CO₂-eq pro Kilogramm Schlachtgewicht

Die Spannweite der Treibhausgasemissionen ist mit dem Minimumwert von 1,4 kg und einem Maximalwert von 11,5 kg CO₂-eq pro kg SG auf europäischer Ebene hoch. Der Mindestwert bezieht sich auf biologisch hergestelltes Schweinefleisch in Österreich (Hinterberger et al., 2011). Der Maximalwert bezieht sich auf eine lokale Rasse (Mora Romagnola) in Norditalien und beläuft sich auf 9,35 kg CO₂-eq pro kg Lebendgewicht (Monteiro et al., 2019). Der Ausschlagungsgrad für Schweine laut AMA (2020) beträgt 81 %, woraus sich Treibhausgasemissionen von 11,5 kg CO₂-eq pro kg SG ergeben.

5.2.2 Klimawirkung Schweinefleisch – 4 Szenarien

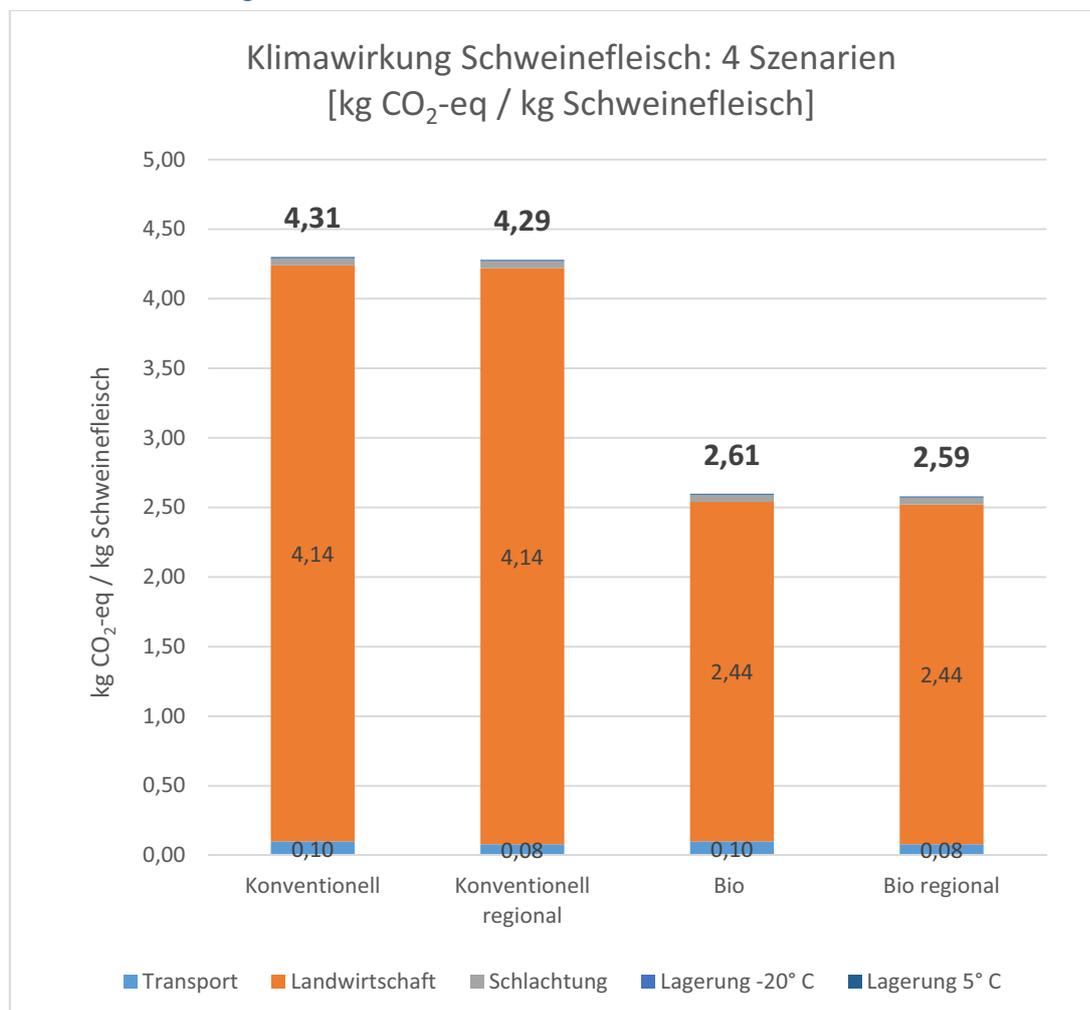


Abbildung 17: CO₂-eq-Emissionen der österreichischen Schweinefleischproduktion, 4 Szenarien

Wie in Abbildung 17 zu sehen ist, stellt der Produktionsabschnitt Landwirtschaft den absoluten Hotspot bei der Klimawirkung von Schweinefleisch dar. Transport, Lagerung und Schlachtung haben nur geringe Anteile an den Gesamtemissionen. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass die unterschiedlichen Transportannahmen keinen großen Einfluss auf die Klimawirkung haben: Die Differenz zwischen den Regional- und den Nicht-Regional-Szenarien (bio als auch konventionell) beläuft sich auf 20 g CO₂-eq pro kg. Hochgerechnet auf den jährlichen Gesamtverbrauch in Österreich, könnten durch eine ausschließlich regionale Produktion 6.450 Tonnen CO₂-eq eingespart werden. Die Produktionsformen Bio und Konventionell unterscheiden sich in ihrer Klimawirkung hingegen deutlich voneinander. Die Differenz beträgt 1700 g CO₂-eq zugunsten der biologischen Szenarien. Sie ergibt sich vor allem aufgrund der importierten Sojafuttermittel aus Südamerika in der konventionellen Schweinehaltung. Durch eine alleinige Bio-Produktion von Schweinefleisch könnten, wieder hochgerechnet auf den österreichischen Gesamtverbrauch (2019: jährlich 36,4 kg pro Kopf,

vgl. Statistik Austria, 2021a), 548.000 Tonnen CO₂-eq pro Jahr gegenüber einer rein konventionellen Produktion eingespart werden. Die niedrigste Klimawirkung zeigt sich beim Szenario Bio regional mit 2,592 kg CO₂-eq pro kg, die höchste beim Szenario Konventionell mit 4,312 kg CO₂-eq pro kg.

5.3 Eier

5.3.1 Klimawirkung Eier

Die in Abbildung 18 dargestellten Durchschnittswerte der österreichischen Eierproduktion in der konventionellen und der biologischen Produktion unterscheiden sich nur geringfügig hinsichtlich Klimawirkung (1387 g CO₂-eq pro kg Eier bei biologischer Freilandhaltung; 1476 g CO₂-eq pro kg Eier bei konventioneller Bodenhaltung). Einschränkend bleibt festzuhalten: Diese Ergebnisse betreffen das Produkt Frischeier, in vielen verarbeiteten Produkten mit Eierzusatz sind die Eier jedoch von unbekannter Herkunft.

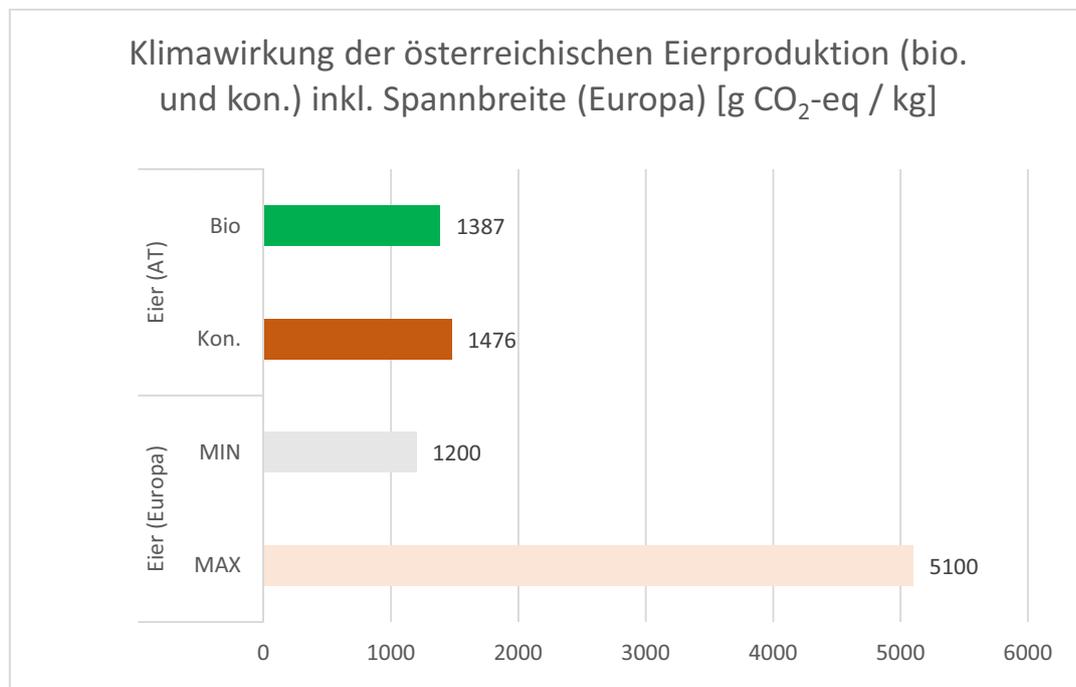


Abbildung 18: Klimawirkung der österreichischen Eierproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannweiten der europäischen Produktion in Gramm CO₂-eq pro Kilogramm Eier

Die geringeren Emissionen der biologischen Produktion u. a. durch den Verzicht auf synthetisch hergestellten Dünger bei der Futtermittelproduktion (Lindenthal et al., 2010) werden durch folgende Einflussfaktoren zugunsten der Klimabilanz der konventionellen Produktion wieder nahezu ausgeglichen: Einerseits kommt es in der biologischen Produktion grundsätzlich zu einer schlechteren Futterumwandlungsrate der Legehühner (Leinonen et al., 2012), da die in beiden Produktionsformen verwendeten Hybride nur in konventioneller Haltung ihr volles Legeleistungspotential entfalten

(Schreiter und Damme, 2017). Da die Futtermittel der große Hotspot bei der Klimawirkung der Eierproduktion sind (Anteil ca. 2 Drittel; Leinonen et al., 2012), hat das schlechtere Futtermittelinput-Eieroutput-Verhältnis der biologischen Legehühner einen umso größeren Einfluss auf das Gesamtergebnis der Klimawirkung.

Zudem hat sich die österreichische Eierbranche auf einen Importverzicht bei Eiweißfuttermitteln (vorwiegend Soja) aus Übersee geeinigt, die oftmals in Zusammenhang mit aus Land Use Change bedingten Emissionen stehen (Taylor et al., 2014). Soja für die konventionelle wie auch für die biologische Eierproduktion kommt in Österreich ausschließlich aus dem Donauraum und entspricht dem Donau Soja Standard. Die durch Futtermittelimport bedingten Emissionsunterschiede zwischen konventioneller und biologischer Produktion, wie sie zum Beispiel bei Schweinefleisch auftreten, entfallen somit in diesem Fall. Mit diesem Importverzicht lassen sich auch die deutlichen Unterschiede bei der Klimawirkung der Eierproduktion in Österreich und im europäischen Durchschnitt erklären. Der in der Literatur gefundene Minimalwert der Abbildung 18 (1,2 kg CO₂-eq pro kg) bezieht sich auf eigene Berechnung eines österreichischen Bio-Betriebs. Der aus der Literatur entnommene Maximalwert (5,1 kg CO₂-eq pro kg) stammt von Poore und Nemecek (2018) und bezieht sich auf konventionelle Eierproduktion in Europa. Der hohe Wert ergibt sich hier aus den außerhalb Österreichs üblichen Importen von Sojafuttermitteln aus Übersee.

5.3.2 Klimawirkung Eier – 4 Szenarien

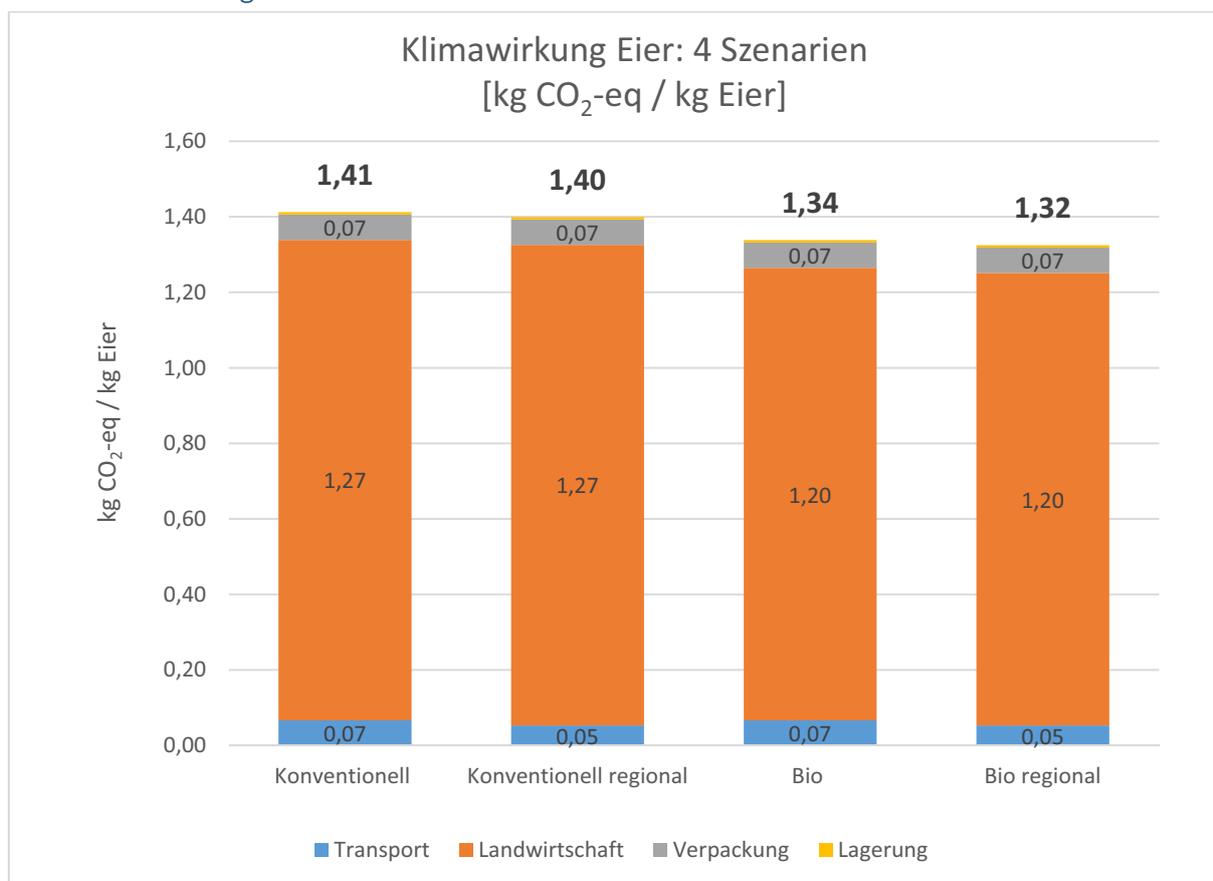


Abbildung 19: CO₂-eq-Emissionen der österreichischen Eierproduktion, 4 Szenarien

Wie beim Rind- und Schweinefleisch ist auch bei den **Eiern** die landwirtschaftliche Produktion der große Hotspot bei der Klimawirkung. Auch hier beeinflussen Transport, Verpackung und Lagerung das Gesamtergebnis kaum, wie Abbildung 19 zeigt. Die unterschiedlichen Transportannahmen bei Regional und Nichtregional (bio und konventionell) resultieren in einer geringen Differenz von 14 g CO₂-eq pro kg. Auffällig sind vor allem die geringen Unterschiede zwischen den vier Szenarien (bedingt durch den Verzicht auf Sojaimporte bei allen österreichischen Eier-Produktionsformen; bei **verarbeiteten Produkten** aus Österreich, in denen **Eier enthalten sind**, stammen diese meist nicht aus Österreich und der Verzicht auf Soja aus Übersee ist oft nicht gegeben. In diesen Produkten sind daher deutlich höhere CO₂-Emissionen aufgrund der Sojaimporte aus Übersee zu erwarten).

Die Klimawirkung im niedrigsten Szenario (bio regional) beträgt mit 1,325 CO₂-eq pro kg nur 4,2 % weniger als jene im höchsten Szenario (konventionell) mit 1,412 kg CO₂-eq. Überträgt man diese beiden Szenarien hinsichtlich der hochgerechneten Klimawirkung auf den österreichischen Gesamtverbrauch (2019: jährlich 14,5 kg pro Kopf, vgl. Statistik Austria, 2021a), ergibt sich eine Differenz von 7.700 Tonnen CO₂-eq.

5.4 Milch

5.4.1 Klimawirkung Milch

Die biologische Milchproduktion in Österreich erzeugt im Mittel Treibhausgasemissionen von 1113 g CO₂-eq pro Liter Milch und hat verglichen mit der durchschnittlichen konventionellen Produktion in Österreich (1343 g CO₂-eq pro Liter) eine um 18 % geringere Klimawirkung (siehe Abbildung 20). Trotz der gegenüber konventionellen Systemen geringeren Milchleistung und einem höheren Anteil der tierseitigen Methanerzeugung (bedingt durch das von den Kühen schlechter verwertbare Raufutter; Meier et al., 2014; Brade, 2014) ergeben sich durch die biologische Produktion Vorteile in Bezug auf die Klimawirkung.

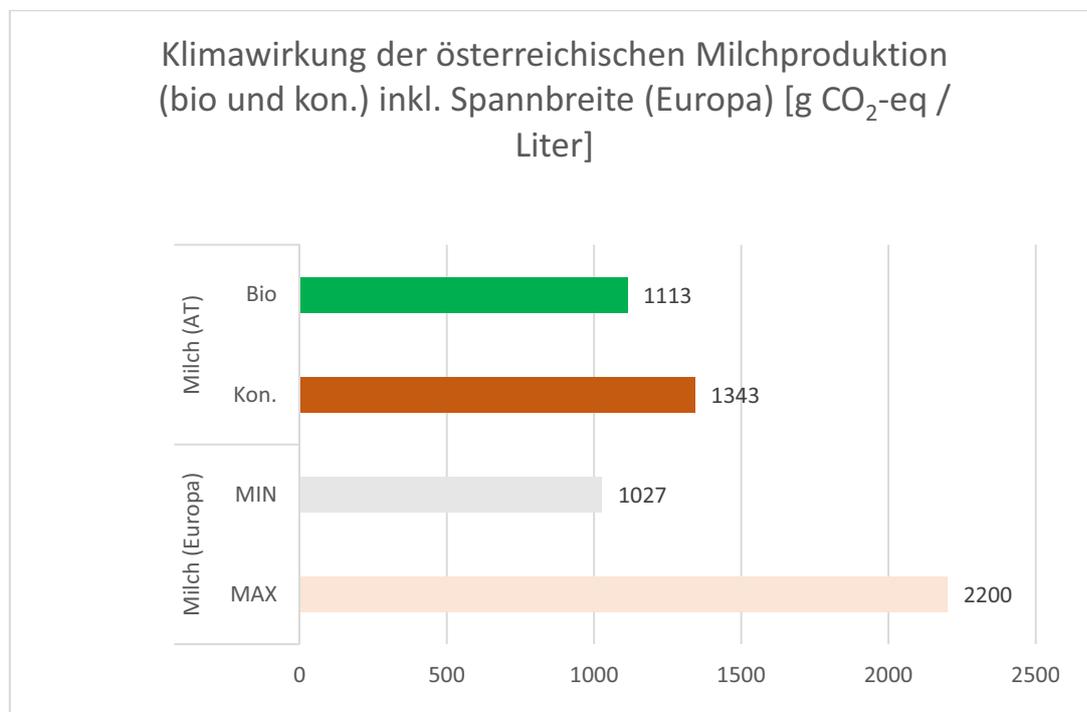


Abbildung 20: Klimawirkung der österreichischen Milchproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannweiten der europäischen Produktion in Gramm CO₂-eq pro Liter Milch (3,5 % Fettanteil)

Hauptgrund dafür ist der Verzicht bzw. der sehr geringe Anteil an Soja aus Südamerika bei den biologischen Futtermittelrationen (Lindenthal et al., 2010). Auch die Vermeidung von leichtlöslichen Stickstoff-Mineraldüngern, deren Herstellung mit einem hohen Verbrauch von Erdöl oder Erdgas verbunden ist, trägt in der biologischen Futtermittelproduktion bei Milchkühen wesentlich zur Reduktion von Emissionen bei (Lindenthal et al., 2010).

Bei der in Abbildung 20 dargestellten Spannweite der Klimawirkung von europäischer Milchproduktion steht ein österreichischer Bio-Betrieb (1027 g CO₂-eq pro Liter; eigene Berechnungen) einem europäischen konventionellen Betrieb (2200 g CO₂-eq pro Liter; Poore und Nemecek, 2018) gegenüber.

5.4.2 Klimawirkung Milch – 4 Szenarien

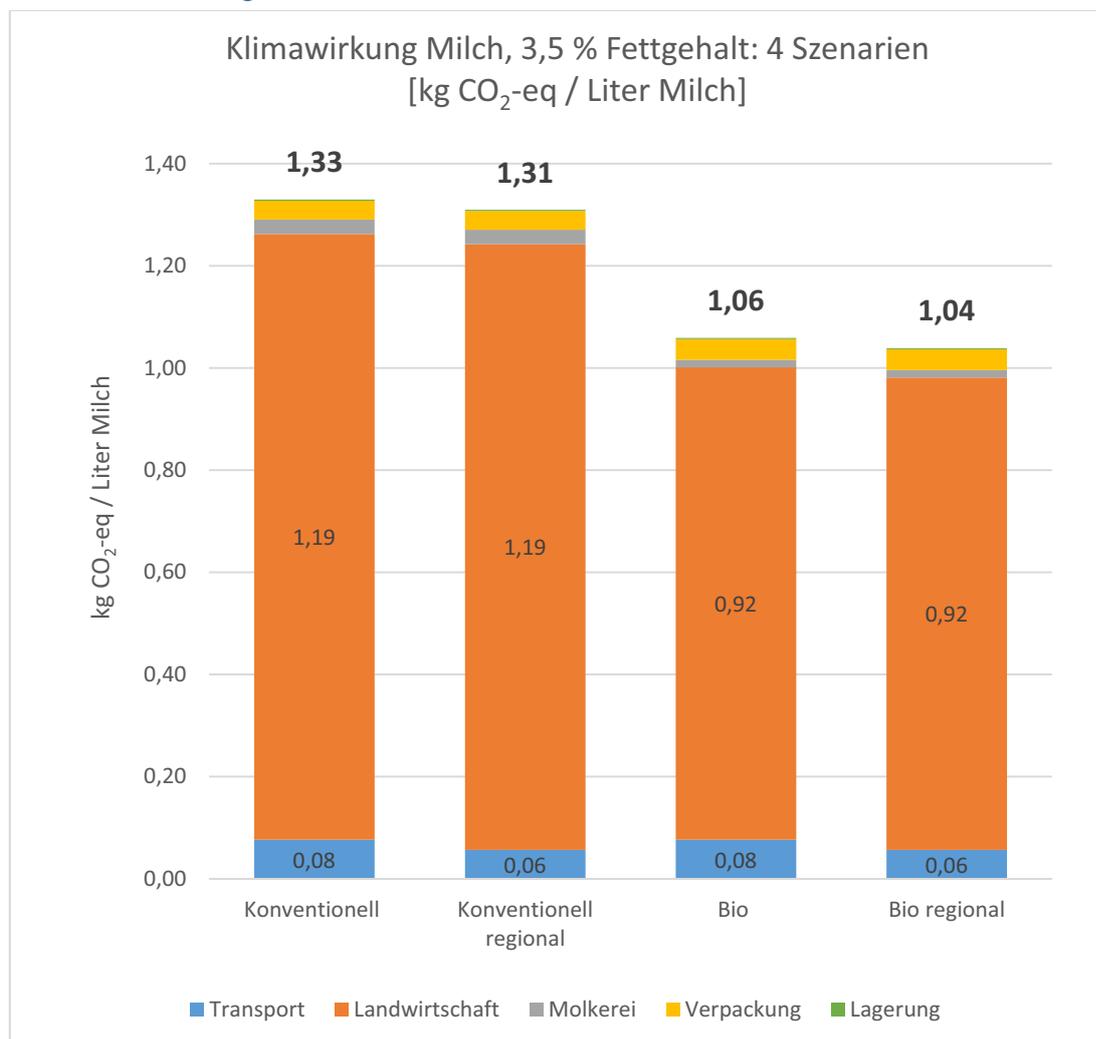


Abbildung 21: CO₂-eq-Emissionen der österreichischen Milchproduktion, 4 Szenarien

Die Klimawirkung der österreichischen Milchproduktion, dargestellt in Abbildung 21, reicht von 1,039 kg CO₂-eq beim Bio-regional-Szenario bis 1,33 kg CO₂-eq bei Konventionell. Die Differenz von 21,9 % (291 g CO₂-eq pro Liter) ergibt sich hier vorwiegend aus den geringeren Emissionen der biologischen gegenüber der konventionellen Landwirtschaft. Die Landwirtschaft ist auch bei der Milch der Produktionsabschnitt, der mit Abstand am meisten Emissionen verursacht. Im Kontext des österreichischen Gesamtverbrauchs an Milch (2019 ca. 75 kg pro Kopf, vgl. Statistik Austria, 2021a) ergäbe der Unterschied bei der Klimawirkung zwischen Bio und konventionellem Szenario 179.121 Tonnen CO₂-eq. Die Transportmodellierungen bei Regional und Nicht-regional (bio und konventionell) führen zu einer Differenz von 20 g CO₂-eq pro Liter und fallen auch bei der Milch kaum ins Gewicht.

5.5 Hafermilch

5.5.1 Klimawirkung Hafermilch

Der aktuelle Forschungsstand bezüglich der Klimawirkung von Hafermilch ist quantitativ betrachtet relativ bescheiden. Die Grundlage für die Darstellung des Mittelwerts und der Spannweite in Abbildung 22 sind drei Studien: eine aus Schweden (SIK, 2013), eine aus der Schweiz (Jungbluth et al., 2020) und eine bezogen auf den europäischen Durchschnitt (Poore und Nemecek, 2018).

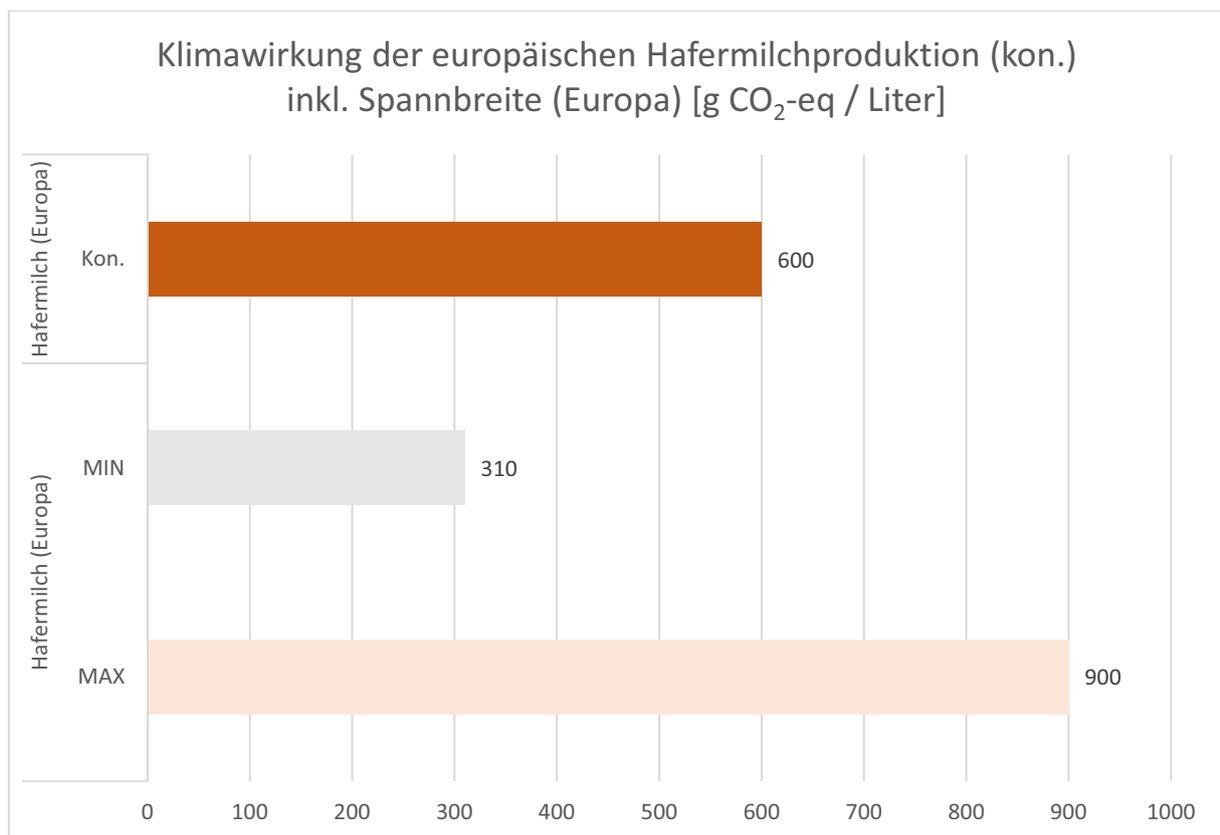


Abbildung 22: Klimawirkung der europäischen Hafermilchproduktion (konventionell) aus der internationalen wissenschaftlichen Literatur inkl. Spannweiten in Gramm CO₂-eq pro Liter Hafermilch¹⁶

Der dargestellte Minimalwert von 310 g CO₂-eq pro Liter bezieht sich auf SIK (2013), der Maximalwert von 900 g CO₂-eq pro Liter entstammt der Studie von Jungbluth et al. (2020). Der große Unterschied zwischen diesen beiden Werten ist nicht völlig nachvollziehbar, könnte aber u. a. durch unterschiedliche Berechnungsmethoden (IPCC 2013 bei Jungbluth et al., 2020; ILCD 2011 bei SIK,

¹⁶ Zu Hafermilch aus biologischer Produktion konnten keine LCA-Studien gefunden werden. Die Unterschiede zwischen biologischer und konventioneller Hafermilch werden aber als gering eingeschätzt, da der Haferanteil nur 10–20 % beträgt (Jungbluth et al., 2020; SIK, 2013) und der Abschnitt Landwirtschaft nur 10–25 % zu den Gesamtemissionen beiträgt.

2013) begründet sein. Auch die Hotspots der Hafermilchproduktion sind in den Ergebnissen der beiden Studien teilweise unterschiedlich gewichtet: Zwar weisen sowohl SIK (2013) als auch Jungbluth et al. (2020) die Verarbeitung des Hafers mit ca. 30 % als größten Einflussfaktor aus, der Haferanbau selbst jedoch hat bei Jungbluth et al. (2020) mit ca. 10 % einen deutlich geringeren Anteil an den Gesamtemissionen als bei SIK (2013) mit ca. 25 %. Der Einfluss der Verpackung beträgt in beiden Studien ca. 20 %.

Zu Hafermilch aus biologischer Produktion konnten keine Studien gefunden werden. Da allerdings der Haferanteil am Endprodukt Hafermilch nur zwischen 10 und 20 % beträgt (andere Hauptzutat ist Wasser mit einem Anteil von 80–90 %; SIK, 2013; Jungbluth et al., 2020) und der Produktionsabschnitt Landwirtschaft wiederum nur 10–25 % zu den Gesamtemissionen beiträgt, dürften die Unterschiede zwischen biologischer und konventioneller Produktion relativ gering ausfallen.

Hafermilch ist nur eine von vielen existierenden pflanzlichen Alternativen zu Milch aus tierischer Erzeugung. In der Studie von Jungbluth et al. (2020) wurden die gängigsten Pflanzendrinks u. a. auf ihre Klimawirkung untersucht und mit Kuhmilchgetränken verglichen. Alle (nicht angereicherten) pflanzlichen Milchalternativen weisen hierbei eine geringere Klimawirkung als Kuhmilchgetränke auf (siehe Abbildung 23). Ein Liter Pflanzenmilch führt zu 31–49 % weniger Treibhausgasemissionen als ein Liter Kuhvollmilch.

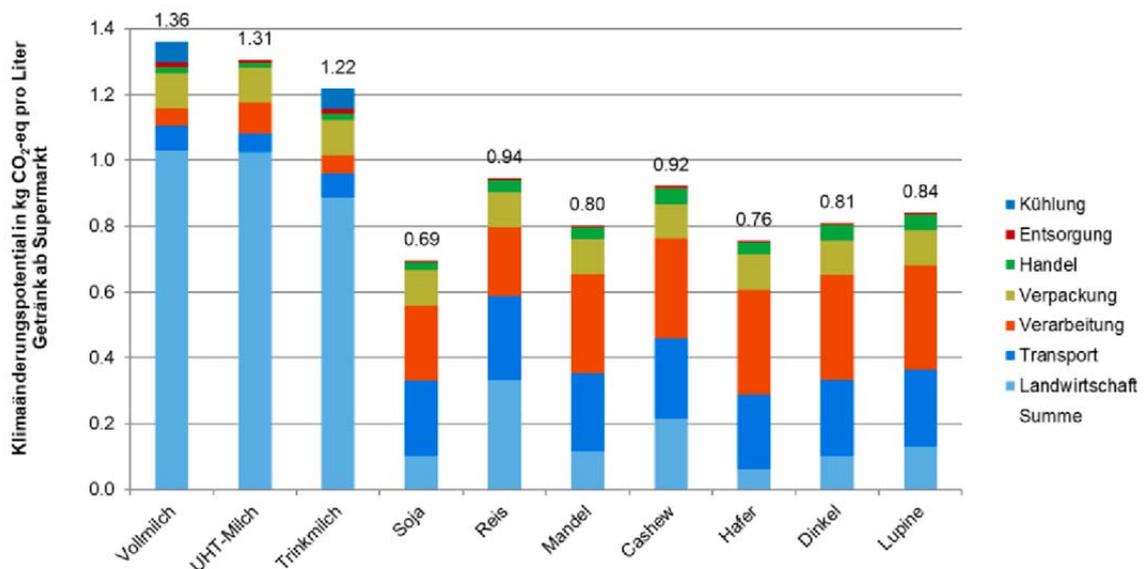


Abbildung 23: Vergleich der Klimawirkung von verschiedenen Milchgetränken (nicht angereichert) in kg CO₂-eq pro Liter (Jungbluth et al., 2020)

Kommentar zu Abbildung 23: In Abbildung 23 nicht eingerechnet sind etwaige Effekte durch Flächenkonkurrenz der unterschiedlichen Produktion der (Pflanzen-)Milchsorten. Während bei Kuhmilch nur ein Teil der Futtermittel auf Ackerflächen angebaut wird (z. B. Raps), werden Pflanzenmilch-Hauptzutaten wie Soja, Hafer und Dinkel zur Gänze auf Ackerflächen angebaut.

5.5.2 Klimawirkung Hafermilch – 4 Szenarien

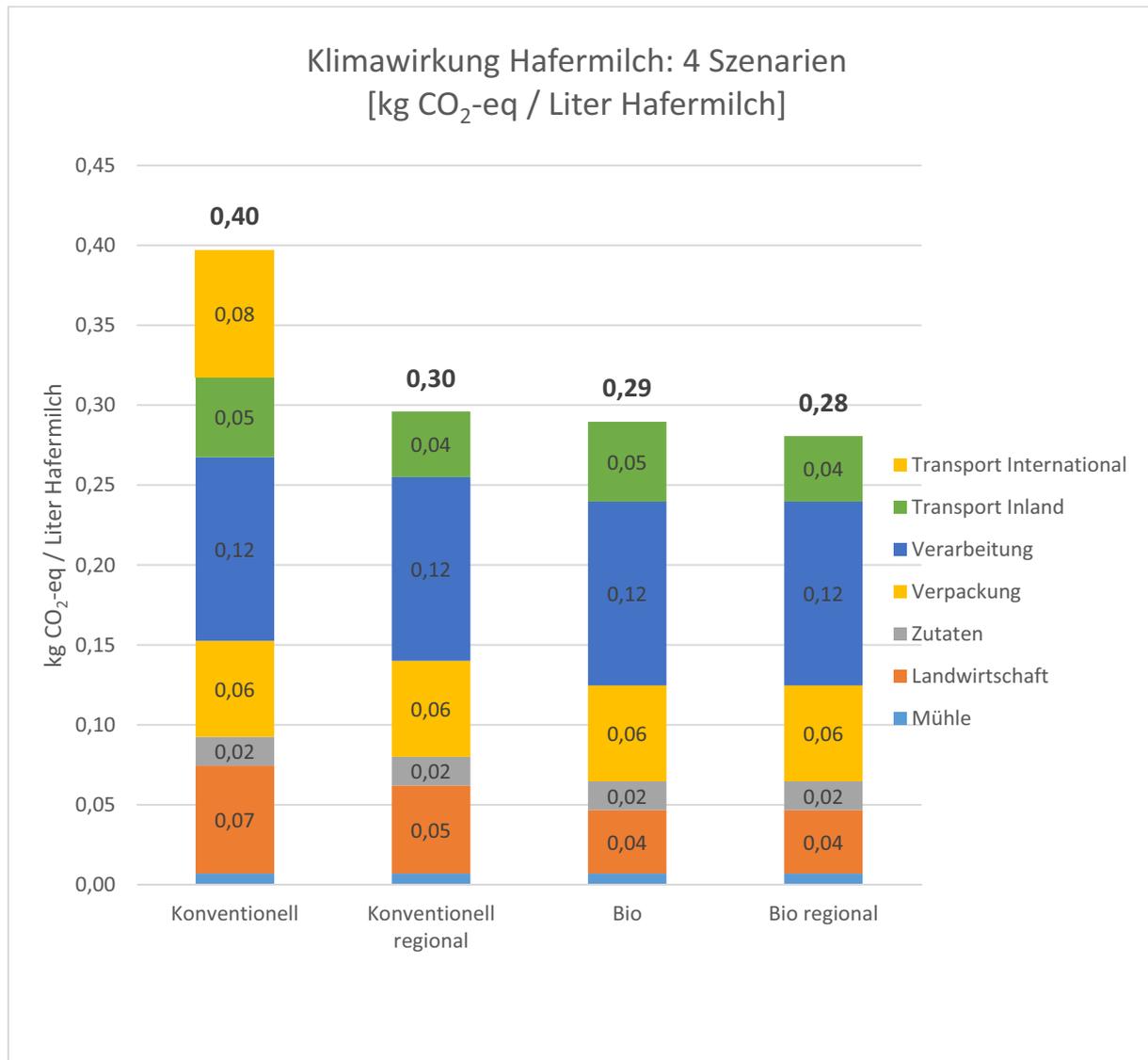


Abbildung 24: CO₂-eq-Emissionen von Hafermilchproduktion, 4 Szenarien: Bei „Konventionell“ stammt jeweils die Hälfte des Hafers aus internationalem und nationalem Anbau, bei „Konventionell regional“, „Bio“ und „Bio regional“ ausschließlich aus österreichischem Anbau

Obwohl der Selbstversorgungsgrad bei Hafer in Österreich mit 86 % (Statistik Austria, 2021a) sehr hoch ist, kann die Annahme, dass der Hafer zur Herstellung von in österreichischen Supermärkten erhältlicher Hafermilch vorwiegend aus Österreich stammt, nicht pauschal getroffen werden. Experteninterviews haben ergeben, dass sich die Marktanteile von in Österreich konsumierter Hafermilch in etwa aus 50 % österreichischer Ware (mit österreichischem Hafer) und aus 50 % Importware (v. a. Belgien und Schweden) zusammensetzen. Diese Aufteilung trifft jedoch vor allem auf konventionell produzierte Hafermilch zu. Die in Österreich konsumierte Bio-Hafermilch stammt laut Expertenmeinung zu einem großen Teil aus österreichischer Produktion, inklusive Haferanbau und -verarbeitung in Österreich.

Die Modellierung für die nicht regionale konventionelle Hafermilch bezieht sich daher auf Hafer, der zu 50 % im Ausland (Belgien, Schweden) und zu 50 % in Österreich angebaut und verarbeitet wurde. Der Transport der Hafermilch von den internationalen Produktionsstätten zum österreichischen Handel wurde mit 1200 km (LKW 16–32 t) angenommen. Das Bio-Szenario wie auch die beiden regionalen Szenarien (bio und konventionell) beziehen sich zur Gänze auf Haferanbau und -verarbeitung in Österreich.

Wie in Abbildung 24 zu sehen ist, weist Szenario Bio regional mit 0,28 kg CO₂-eq die niedrigste Klimawirkung, Szenario Konventionell mit 0,40 kg CO₂-eq die höchste Klimawirkung auf. Die großen Unterschiede ergeben sich in diesem Fall weniger aus der Differenz zwischen biologischer und konventioneller Landwirtschaft, sondern vor allem durch den internationalen LKW-Transport im Szenario Konventionell. Dieser ist hier nach der Verarbeitung der zweitwichtigste Einflussfaktor bei der Klimawirkung und trägt mit 0,08 kg CO₂-eq ein Fünftel zu den Gesamtemissionen der Hafermilch bei. Sowohl beim Bio-Szenario als auch bei beiden Regional-Szenarien (bio und konventionell) spielt der Transport für die Klimawirkung nur eine untergeordnete Rolle. Der Hotspot in allen 4 Szenarien sind die Verarbeitungsschritte, die mit 0,12 kg CO₂-eq zu über einem Drittel der Gesamtemissionen von Hafermilch beitragen.

5.6 Tofu

5.6.1 Klimawirkung Tofu

Die Klimawirkung der europäischen Tofuproduktion beträgt, wie in Abbildung 25 dargestellt, im Mittel 1,63 (bio) bzw. 2,03 (konventionell) kg CO₂-eq pro kg Tofu. Die Spannweite, die sich aus den unterschiedlichen Werten der Literatur ergibt, reicht von 0,485 kg bis 3,75 kg CO₂-eq pro kg Tofu. Der Minimalwert bezieht sich auf biologischen Tofu aus österreichischer Produktion (eigene Berechnungen), der Maximalwert ist Head et al. (2011) entnommen und bezieht sich auf konventionellen Tofu aus den Niederlanden.

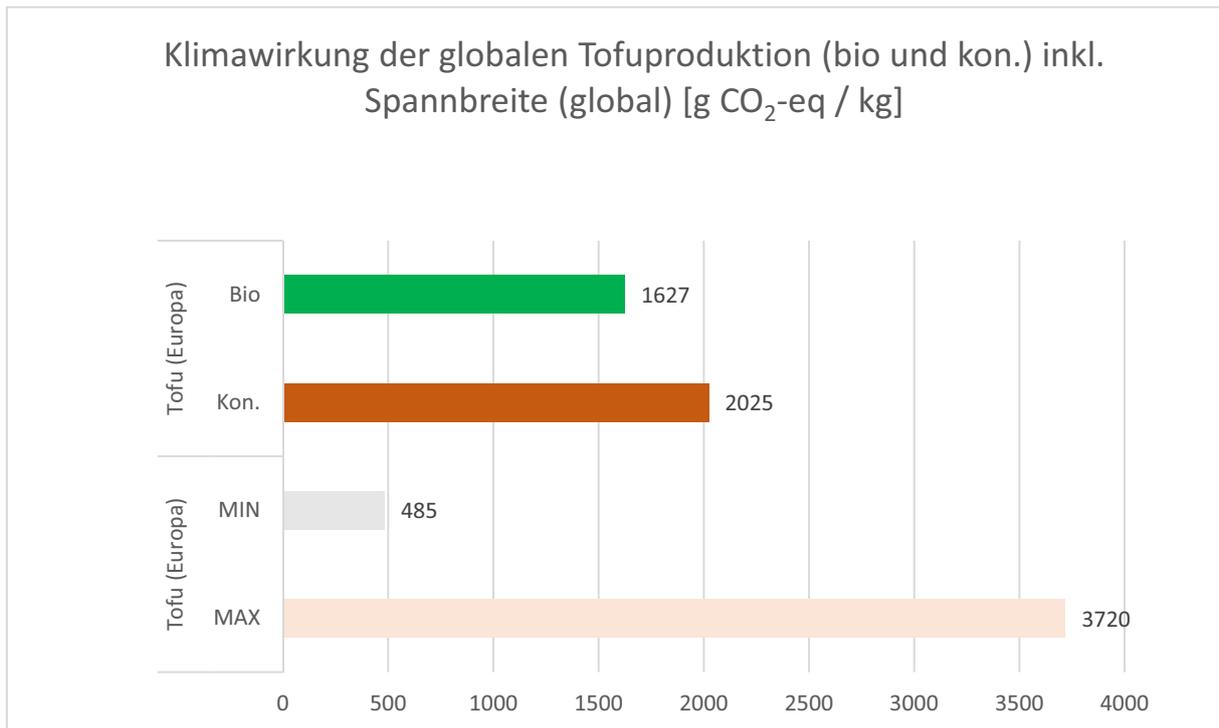


Abbildung 25: Klimawirkung der globalen Tofuproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannweiten in Gramm CO₂-eq pro kg Tofu

Die mehr als siebenmal höhere Klimawirkung des niederländischen Werts hängt vor allem mit der Herkunft der Zutat Soja zusammen. Österreichische Importe aus den Niederlanden kommen somit auch zu einem großen Teil (indirekt) aus Drittstaaten (Schlatzer et al., 2021). Für die Produktion von 1 kg Tofu werden ca. 0,4 kg Soja benötigt (Mejia et al., 2017). Das Soja stammt bei den Berechnungen von Head et al. (2011) aus Brasilien – 50 % der für den Sojaanbau beanspruchten Fläche werden in ihrem Modell als von Land Use Change betroffen angenommen. In Szenarien wie diesen (Tofu auf Basis von importiertem Überseesoja) hat die landwirtschaftliche Produktion den größten Einfluss auf die Klimawirkung. Auch bei Jungbluth et al. (2016), deren Berechnungen ebenfalls (teilweise) auf brasilianischem Importsoja basieren, stellt die Landwirtschaft mit etwa 50 % den größten Treiber bei der Klimawirkung der Produktionskette dar.

Im Fall des Minimalwerts in Abbildung 25 stammt das Soja aus österreichischem Anbau und hat lediglich einen Anteil von ca. 10 % (50 g CO₂-eq pro kg Soja) an den Gesamtemissionen. In einem solchen Szenario verschieben sich die Verhältnisse und die maschinelle Verarbeitung des Rohstoffs Soja zum Endprodukt Tofu wird zum Hotspot. In diesem konkreten Beispiel beträgt der Anteil der Verarbeitung an den Gesamtemissionen 70 % (348 g CO₂-eq pro kg Tofu). Auch bei Mejia et al. (2017, USA) stammt das für die Tofuproduktion verwendete Soja aus heimischem Anbau – was in ähnlichen Verhältnissen resultiert: die landwirtschaftliche Produktion der Sojabohnen hat hier nur einen Anteil von 16 % an den Gesamtemissionen, Verarbeitung und Verpackung machen 75 % aus.

Die Herkunft des Rohstoffs Soja (und damit im Zusammenhang stehende Landnutzungsänderungen) haben somit den größten Einfluss auf die anfallenden Treibhausgasemissionen. Unterschiede zwischen biologischer und konventioneller Produktion fallen in diesem Rahmen wenig ins Gewicht, sind aber vor allem auch in der Praxis nicht relevant, da es im österreichischen Lebensmittelhandel nur Tofu aus biologischer Produktion gibt.

5.6.2 Klimawirkung Tofu – 2 Szenarien

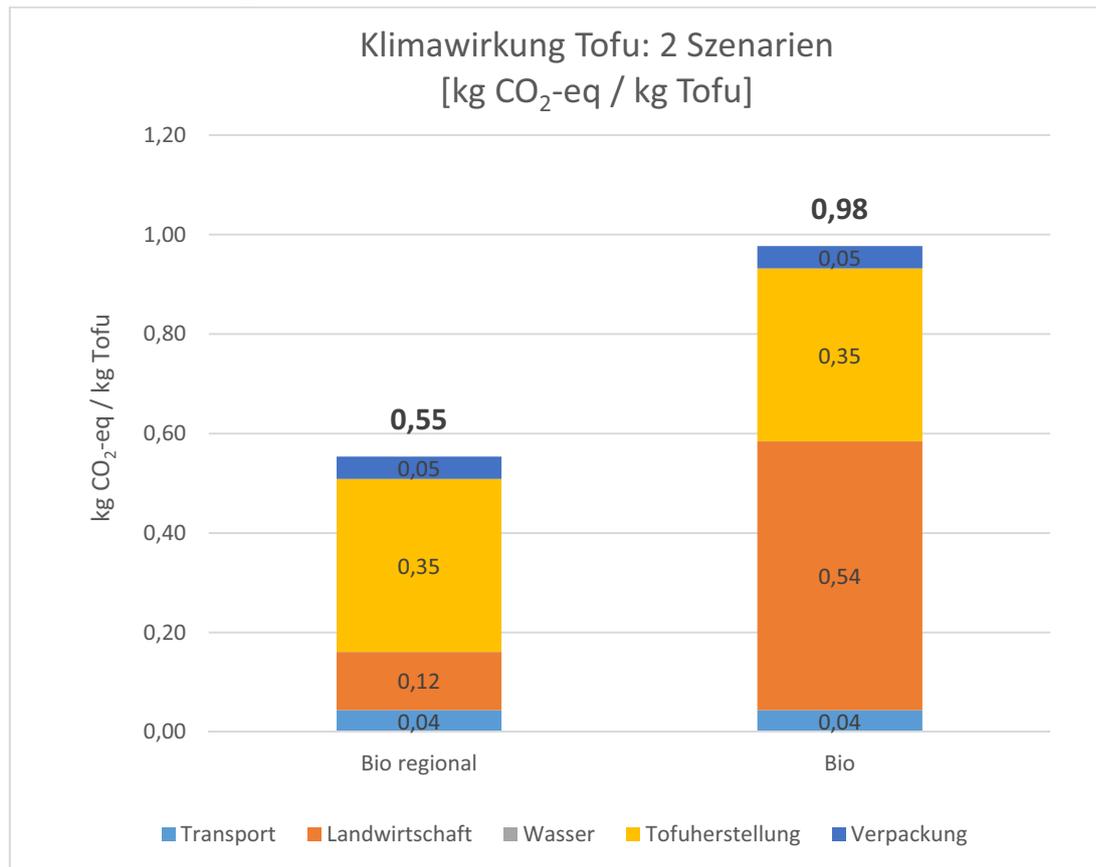


Abbildung 26: CO₂-eq-Emissionen von Tofu, 2 Szenarien

Die Tofuproduktion dürfte zum Teil in Österreich erfolgen, da für die Erzeugung von Tofu- und Sojamilch- sowie Fleischersatzprodukten in Österreich ausreichende Mengen an Soja zur Verfügung stehen (zudem werden große Mengen an Soja als Speisesoja und z. T. als Tofu exportiert). In einigen Fällen stammt die Hauptzutat Soja jedoch nicht aus Österreich, sondern aus dem europäischen Raum (vgl. Produktbeschreibungen diverser Tofuhersteller).

Für das Szenario „Bio“ wurde hier der Sojaanbau in Europa (Frankreich, Ukraine), der Transport des Soja aus den Anbauländern nach Österreich und eine Verarbeitung zu Tofu in Österreich angenommen. Beim Szenario „Bio regional“ erfolgen sowohl der Sojaanbau als auch die Tofuproduktion in Österreich. Konventionelle Szenarien wurden hier explizit nicht gerechnet, da Tofu im österreichischen Handel ausschließlich aus biologischer Produktion stammt.

Wie in Abbildung 26 ersichtlich wird, hat die Herkunft der Hauptzutat Soja starken Einfluss auf das Gesamtergebnis. Mit 0,554 kg CO₂-eq pro kg beträgt die Klimawirkung bei Bio regional in etwa nur die Hälfte des Szenarios Bio (0,977 kg CO₂-eq pro kg). Dies liegt einerseits am internationalen Transport mit dem LKW (in Abbildung 26 nicht eigens ausgewiesen, sondern bei der Landwirtschaft inkludiert), andererseits sind die höheren Emissionswerte beim europäischen Sojaanbau auf die Berücksichtigung von Land Use Changes in Teilen Osteuropas zurückzuführen. Bei Bio regional trägt der Sojaanbau in Österreich nur 0,117 kg CO₂-eq pro kg zur Gesamtklimawirkung bei, in etwa dreimal weniger als der Hotspot in diesem Szenario, der Prozess der Tofuherstellung (0,348 kg CO₂-eq pro kg).

5.7 Brot

5.7.1 Klimawirkung Brot

Laut Lindenthal (2020, basierend auf Daten des FiBL) hat Brot aus Österreich mit biologischer Produktion der Zutaten einen CO₂-Rucksack von etwa 580 g CO₂-eq pro kg, wohingegen die Emissionen auf 710 g CO₂-eq steigen, wenn die Zutaten aus konventioneller Produktion stammen. Dabei sind über 30 verschiedene Varianten von Brot bzw. Gebäck berücksichtigt (von der Semmel bis zum Kürbiskernbrot).

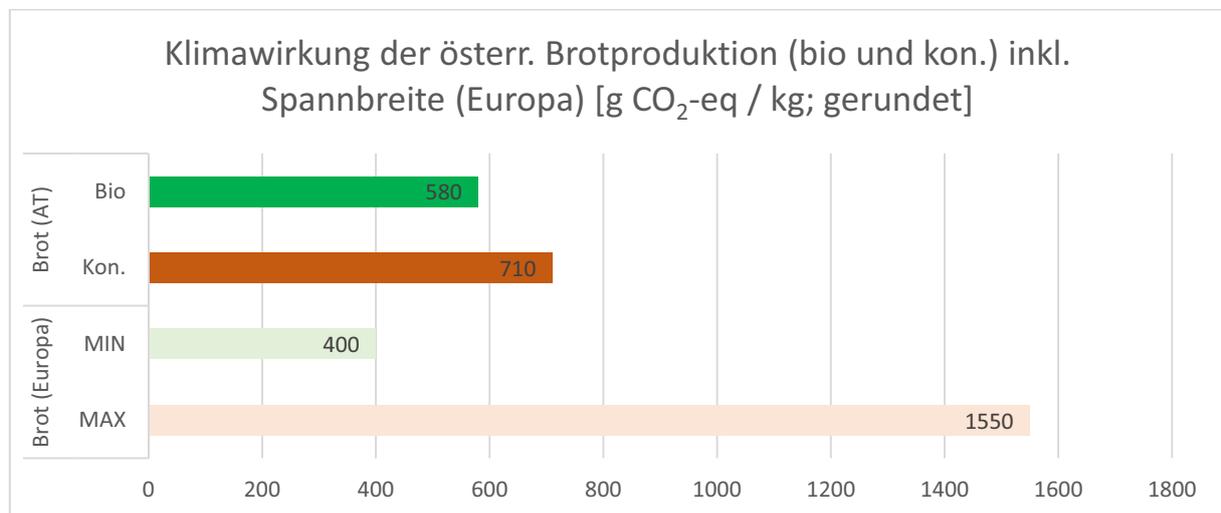


Abbildung 27: Klimawirkung der österreichischen Brotproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannbreiten der europäischen Produktion in Gramm CO₂-eq pro Kilogramm

Die geringsten Emissionswerte werden von einfachen Getreidebroten ohne weitere veredelnde Zutaten (z. B. Nüsse oder Kerne) verursacht und bewegen sich im Bereich von ca. 400 g CO₂-eq pro kg im österreichischen Kontext. Chiriaco et al. (2017) beziffern die Treibhausgasemissionen pro Kilogramm Bio-Weizenbrot mit 1.550 g CO₂-eq. Hauptgründe für die höheren Emissionswerte sind der höhere Rohstoffinput und die geringeren Erträge bei Bio-Weizen, die von Chiriaco et al. (2017) für ihre Berechnungen herangezogen werden.

5.7.2 Klimawirkung Brot – 4 Szenarien

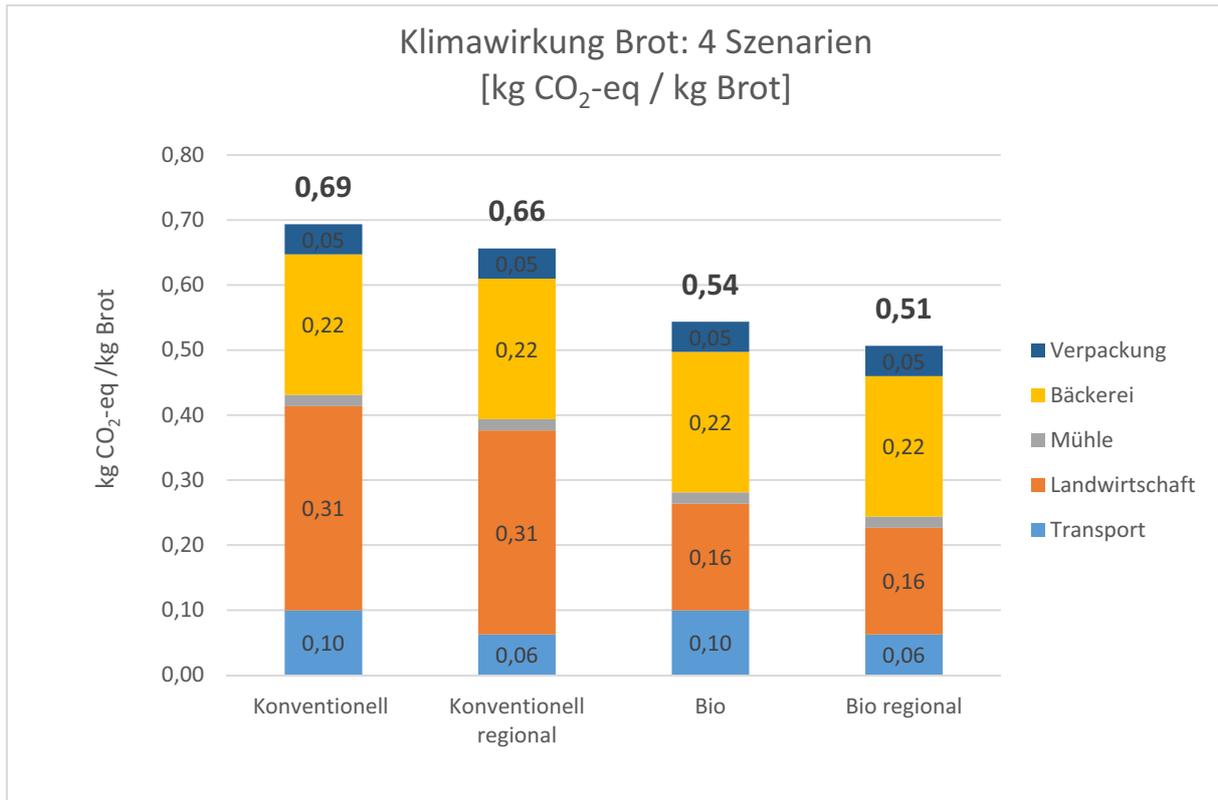


Abbildung 28: CO₂-eq-Emissionen der österreichischen Brotproduktion, 4 Szenarien

Die Klimawirkung von österreichischem Brot reicht von 0,506 kg CO₂-eq pro kg bei Bio regional bis zu 0,694 kg CO₂-eq pro kg bei Konventionell. Die Differenz zwischen diesen beiden Szenarien beläuft sich auf 27 % und ergibt sich zum größten Teil aus einem deutlichen Gefälle zwischen der Klimawirkung der biologischen und der konventionellen Landwirtschaft. Der Produktionsabschnitt Landwirtschaft bei den beiden konventionellen Szenarien hat mit 0,314 kg CO₂-eq pro kg den größten Anteil an den Gesamtemissionen. Bei den biologischen Szenarien beträgt die Klimawirkung der Landwirtschaft nur 0,164 kg CO₂-eq und trägt weniger zur Klimawirkung bei als die Verarbeitung in der Bäckerei (0,216 kg CO₂-eq pro kg). Eine exklusive Deckung des österreichischen Brotbedarfs (jährlich 51,5 kg pro Kopf; vgl. [Landschaftleben](#)) durch Brot aus biologischer Herstellung verglichen mit einer ausschließlich konventionellen Produktion ergäbe eine Einsparung von 85.800 Tonnen CO₂-eq. Der Unterschied zwischen den Regional- und den Nicht-regional-Szenarien (bio und konventionell) beträgt 37 g CO₂-eq pro kg (diese Differenz hochgerechnet auf den österreichischen Gesamtverbrauch ergäbe 16.900 Tonnen CO₂-eq pro Jahr).

5.8 Tomaten

5.8.1 Klimawirkung Tomaten

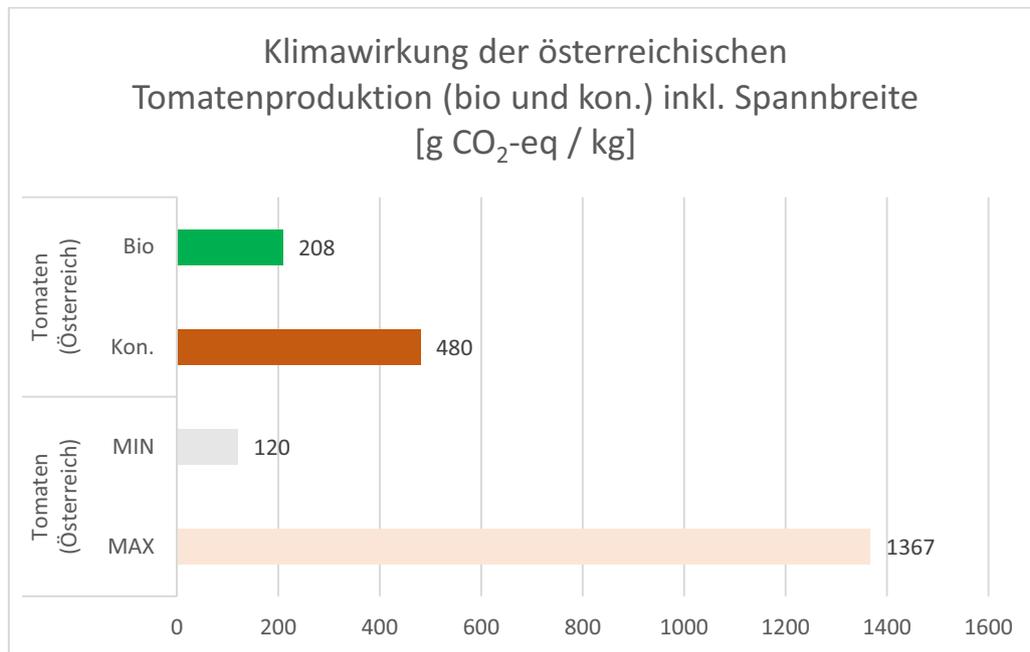


Abbildung 29: Klimawirkung der österreichischen Tomatenproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannweiten in Gramm CO₂-eq pro kg Tomaten

Die in Abbildung 29 dargestellten Mittelwerte von biologischer und konventioneller Tomatenproduktion in Österreich zeigen auf den ersten Blick ein vermeintlich eindeutig besseres Abschneiden der biologischen Tomatenproduktion. 208 g CO₂-eq pro kg stehen einer Klimawirkung von 480 g CO₂-eq pro kg beim konventionellen Anbau gegenüber. In der Tat hat die biologisch produzierte Tomate in der Literatur zumeist die geringere Klimawirkung, die Unterschiede sind allerdings weitaus geringer, als es Abbildung 29 vermuten lässt. Der gravierende Unterschied bei den dargestellten Mittelwerten ergibt sich aus der verhältnismäßig großen Klimawirkung von beheizten Gewächshäusern. Während unbeheizte Folientunnel-Systeme sehr geringe Emissionen (100–200 g CO₂-eq pro kg Tomaten) verursachen, kann die Klimawirkung von Tomaten aus Gewächshäusern diesen Wert um das Zehn- oder Mehrfache übersteigen. Das zeigt auch die Spannweite in Abbildung 29: Der Minimalwert von 120 g CO₂-eq pro kg zeigt die Klimawirkung einer österreichischen Tomate aus dem unbeheizten Folientunnel, der Maximalwert von 1367 g CO₂-eq pro kg bezieht sich auf Tomaten aus dem beheizten Gewächshaus (Heizenergie aus Fernwärme; Theurl et al., 2014). In der österreichischen Bio-Tomatenproduktion spielen beheizte Gewächshäuser eine untergeordnete Rolle (vgl. [Landschafttleben](#)). Laut Bio-Austria-Richtlinien (2020) dürfen Kulturen im Gewächshaus lediglich frostfrei (höchstens 10 Grad) gehalten werden. Eine Ausnahme dieser Vorschrift ist die ausschließliche Beheizung mit nachweislich erneuerbarer Energie. Mehrere Experteninterviews

haben ergeben, dass von dieser Ausnahmeregelung in Österreich aktuell nur die Futura Gemüsewelt in der Steiermark Gebrauch macht (Beheizung durch Geothermie). Abgesehen von diesem Sonderfall bilden österreichische Bio-Tomaten aus dem beheizten Gewächshaus die absolute Ausnahme. Daher sind auch beim biologischen Mittelwert in Abbildung 29 keine Gewächshäuser enthalten. Im konventionellen Anbau sind beheizte Gewächshäuser durchaus üblich, daher auch im Mittelwert berücksichtigt.

Um einen Vergleich zwischen biologischer und konventioneller Tomatenproduktion anstellen zu können, ist es sinnvoll, ähnliche Systeme gegenüberzustellen. Vergleicht man österreichische konventionelle Tomaten aus dem Folientunnel (149 g CO₂-eq pro kg) mit österreichischen Bio-Tomaten aus dem Folientunnel (137 g CO₂-eq pro kg), zeigt sich eine um 8 % geringere Klimawirkung der biologischen Variante (vgl. Abbildung 30).

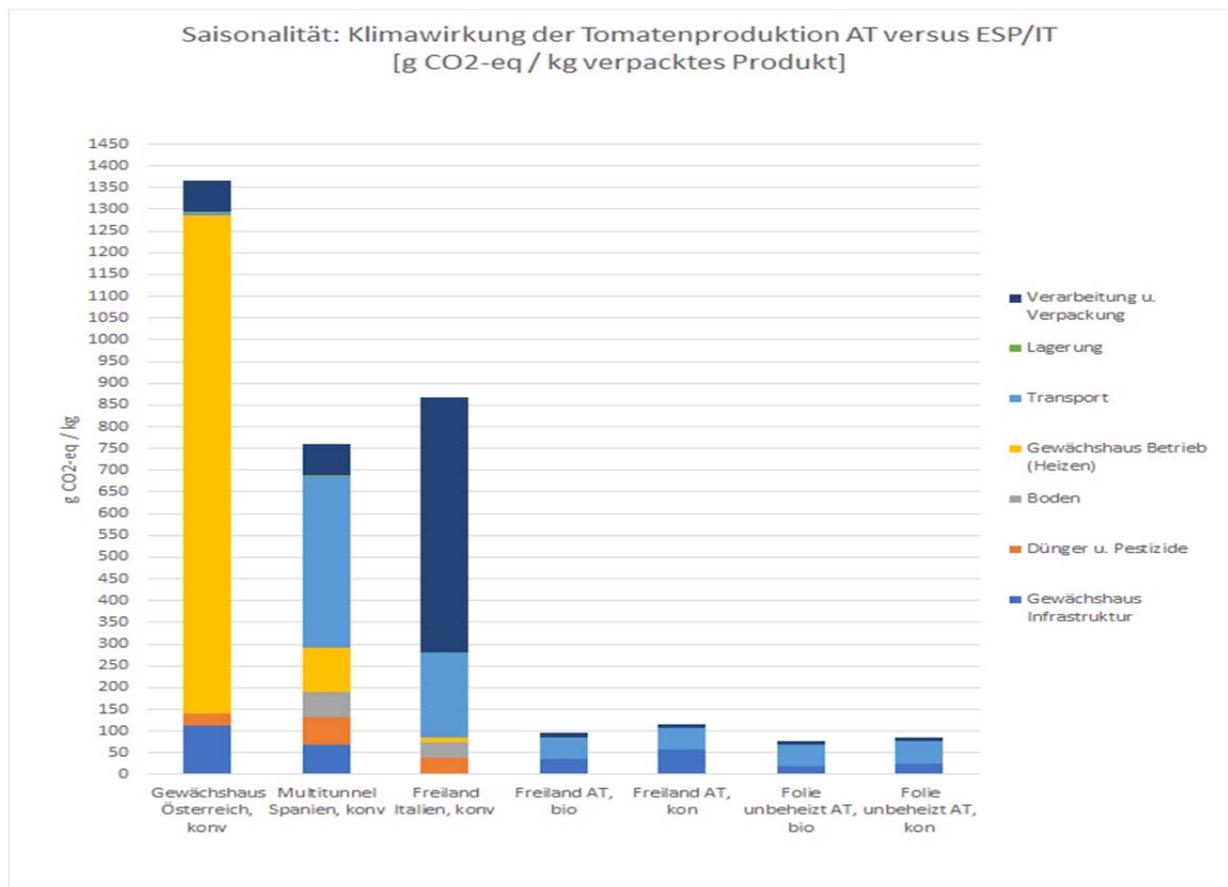


Abbildung 30: Klimawirkung von Tomaten aus Österreich versus Import (Modellierung auf Basis von Theurl, 2008 u. Theurl et al., 2014). Anmerkung: Die Beheizung von Gewächshaus Österreich konv. in der Berechnung bei Theurl et al. (2014) erfolgt durch Fernwärme in den Monaten November bis März

Die Tomate ist ein Sommergemüse und kann in Österreich im unbeheizten Folientunnel nur ca. 5 Monate im Jahr geerntet werden (Juni bis Oktober; vgl. [Landschaftleben](#)). Das restliche Jahr über können österreichische Tomaten nur im beheizten Gewächshaus produziert werden, wobei von

Dezember bis Februar aufgrund der geringen Sonneneinstrahlung in Österreich bis auf wenige Ausnahmen keine Gewächshaustomaten geerntet werden (vgl. [Landschaftleben](#)). Daher spielt in Österreich gerade in den Wintermonaten der Import von Tomaten aus dem Ausland (vorwiegend Spanien und Italien) eine wichtige Rolle. Theurl et al. (2014) hat sich in diesem Zusammenhang mit der Klimawirkung von Tomaten im Kontext von Regionalität und Saisonalität auseinandergesetzt. Die Studie analysiert die anfallenden Treibhausgasemissionen von unterschiedlichen Anbauformen in Österreich, Spanien und Italien von der Landwirtschaft bis zum österreichischen Handel. Es zeigt sich, dass österreichische Gewächshaus-Tomaten mit 1367 g CO₂-eq pro kg eine deutlich größere Klimawirkung haben als importierte Tomaten aus Folientunneln in Spanien (680 g CO₂-eq pro kg) und Italien (860g CO₂-eq pro kg). Die im österreichischen Gewächshausbetrieb erforderliche Heizenergie hat in diesem Fall sichtlich mehr Einfluss auf die Emissionen als der LKW-Transport der Tomaten aus Spanien bzw. Italien nach Österreich.

5.8.2 Klimawirkung Tomaten – 4 Szenarien

Der Selbstversorgungsgrad von Tomaten in Österreich beträgt 19 % (vgl. Statistik Austria, 2021a). Ein großer Teil des heimischen Tomatenverbrauchs wird durch Importe, vor allem aus Italien und Spanien, gedeckt. Österreichische Bio-Tomaten werden vorwiegend im Folientunnel (Freiland) produziert (vgl. [Landschaftleben](#)). Die Produktion im Folientunnel (bio als auch konventionell) ist aufgrund des heimischen Klimas aber nur 5 Monate möglich (Ernte von Juni bis Oktober). Auch eine Produktion im konventionellen (beheizten) Gewächshaus ist in Österreich aufgrund des geringen Tageslichtanteils in den Wintermonaten nicht ganzjährig möglich (Ernte nur von März bis November, bis auf wenige Ausnahmen – diese werden hier nicht berücksichtigt; vgl. [Landschaftleben](#)).

Um diesen Saisonalitätsfaktor miteinzubeziehen, wurden die vier Szenarien als Mixe modelliert, die jeweils einen einjährigen Zyklus abbilden. Folgende Annahmen wurden getroffen:

- Das Szenario **Bio regional** bezieht sich auf österreichische Bio-Tomaten aus dem Folientunnel. Das ist nur 5 Monate im Jahr möglich, die restlichen 7 Monate wird daher ein Verzicht auf Tomaten unterstellt.
- Beim Szenario **Bio** werden 5 Monate lang die Bio-Tomaten aus Österreich bezogen (Folientunnel), die restlichen 7 Monate werden die Bio-Tomaten importiert (Folientunnel; Italien, Spanien).
- Das Szenario **Konventionell regional** setzt sich aus 5 Monaten mit konventionellen österreichischen Folientunneltomaten und 4 Monaten mit konventionellen österreichischen (beheizten) Gewächshaustomaten zusammen. Von Dezember bis Februar gibt es, bis auf

wenige Ausnahmen, keine regionale Tomatenernte. Daher wird in diesem Szenario ein dreimonatiger Verzicht auf Tomaten unterstellt.

- Im Szenario **Konventionell** werden 5 Monate konventionelle österreichische Folientunnel-tomaten, 4 Monate konventionelle österreichische (mit Fernwärme beheizte) Gewächshautomaten und 3 Monate importierte konventionelle Folientunnel-tomaten konsumiert.

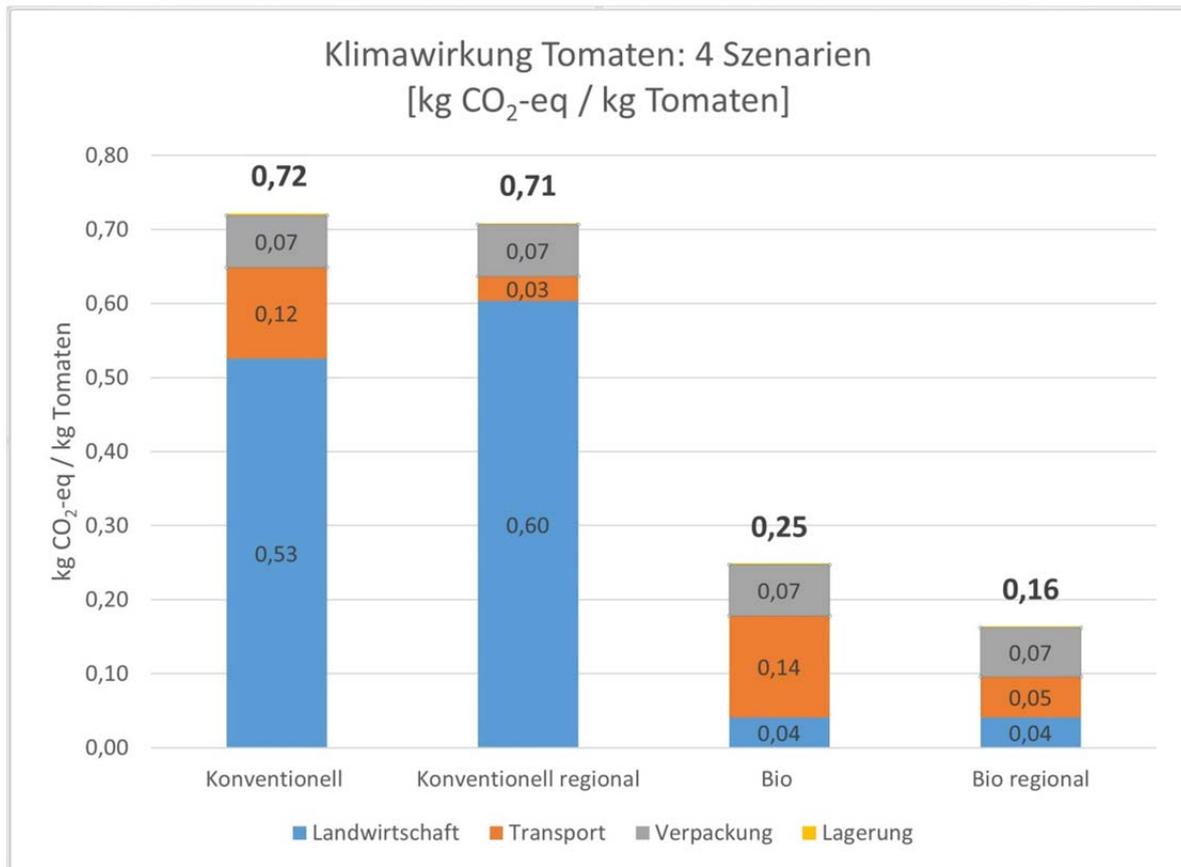


Abbildung 31: CO₂-eq-Emissionen von Tomatenproduktion, 4 Szenarien

Der in Abbildung 31 dargestellte Vergleich der Szenarien zeigt ein deutlich besseres Abschneiden der beiden Bio-Varianten im Vergleich mit den beiden konventionellen. Bio regional hat mit 0,163 kg CO₂-eq pro kg eine mehr als viermal geringere Klimawirkung als Szenario Konventionell regional mit 0,709 kg CO₂-eq. Der Vergleich von Szenario Bio (0,248 kg CO₂-eq pro kg) mit Szenario Konventionell (0,721 kg CO₂-eq pro kg) zeigt ein ähnliches Bild: eine fast um das Dreifache geringere Klimawirkung beim Bio-Szenario. Diese großen Unterschiede ergeben sich aus der starken Klimawirkung der (beheizten) Gewächshautomaten, die in den beiden konventionellen Szenarien teilweise enthalten sind, bei den beiden biologischen Szenarien hingegen nicht. Differenzen zwischen Nicht-regional und Regional ergeben sich bei der konventionellen Produktion kaum, bei der biologischen hingegen sehr wohl: Die

Klimawirkung von Bio regional ist um etwa ein Drittel (34 %) geringer als jene von Szenario Bio. Das liegt vorwiegend an den Emissionen, die beim Transport der Tomaten aus Italien und Spanien in diesem Szenario anfallen. Diese betragen 88 g CO₂-eq pro kg und stellen den Hotspot der Klimawirkung beim Szenario Bio dar (Anteil an den Gesamtemissionen: 31 %).

5.9 Äpfel

5.9.1 Klimawirkung Äpfel

Äpfel aus österreichischer oder Südtiroler Produktion inkl. Verpackung und Logistik bis zum Supermarkt verursachen im Rahmen der biologischen Produktionsweise ca. 170 g CO₂-eq pro kg und 190 g CO₂-eq pro kg, wenn sie konventionell produziert werden. Dabei ist eine mittlere Lagerdauer von 3 Monaten berücksichtigt. Äpfel, die direkt zur Saison in den Supermarkt kommen, haben einen CO₂-Rucksack von etwa 150 g pro kg, wobei hier nur eine kurze Lagerdauer berücksichtigt ist (Lindenthal, 2020, basierend auf Daten des FiBL). Äpfel, die aus Chile per Schiff und LKW importiert werden, haben im Vergleich dazu einen dreimal höheren CO₂-Fußabdruck (ca. 420 g CO₂-eq pro kg), wobei die Transporte den Großteil der CO₂-Emissionen ausmachen (ca. 350 g CO₂-eq pro kg).

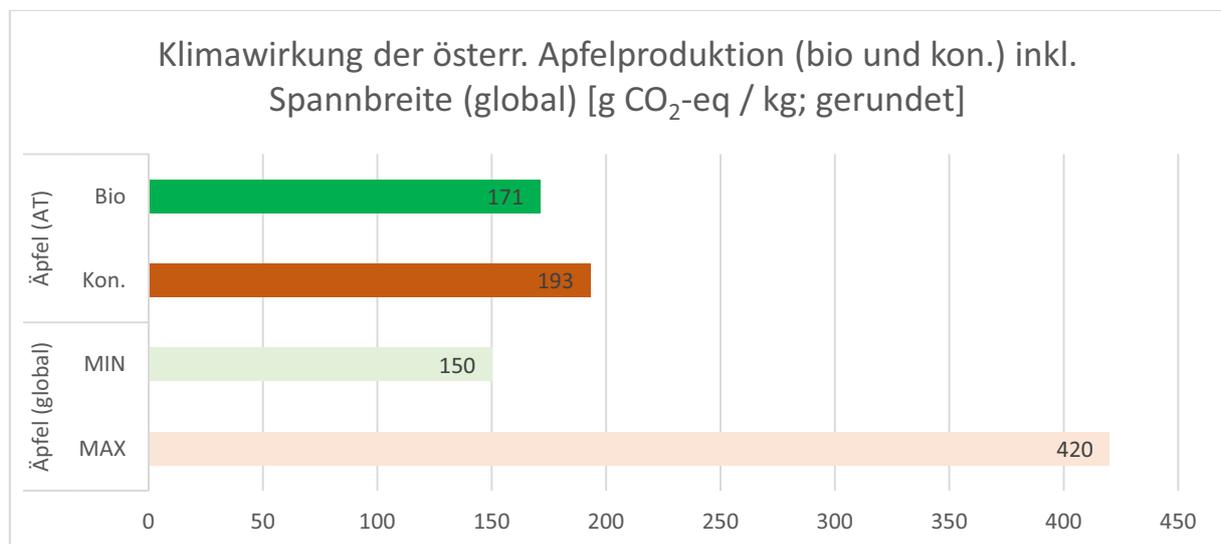


Abbildung 32: Klimawirkung der österreichischen Apfelproduktion (bio und konventionell) inkl. Spannbreiten der globalen Produktion in Gramm CO₂-eq pro Kilogramm

Die Lagerdauer hat großen Einfluss auf das Gesamtergebnis entlang der Wertschöpfungskette. Pro Kilogramm Äpfel werden pro Monat Lagerdauer ca. 0,04 kWh für die Kühlung verbraucht (Bosciero et al., 2019). Wie in Abbildung 33 ersichtlich ist, erhöhen sich die gesamten Treibhausgasemissionen für 1 kg Äpfel bei einer Lagerdauer von 9 Monaten im Vergleich zu 1 Monat um etwa das Doppelte. Äpfel

aus Chile weisen aber wegen der Transporte trotzdem eine schlechtere Klimabilanz auf als Äpfel aus Österreich oder Südtirol, die 9 Monate im Kühllager gelegen sind.

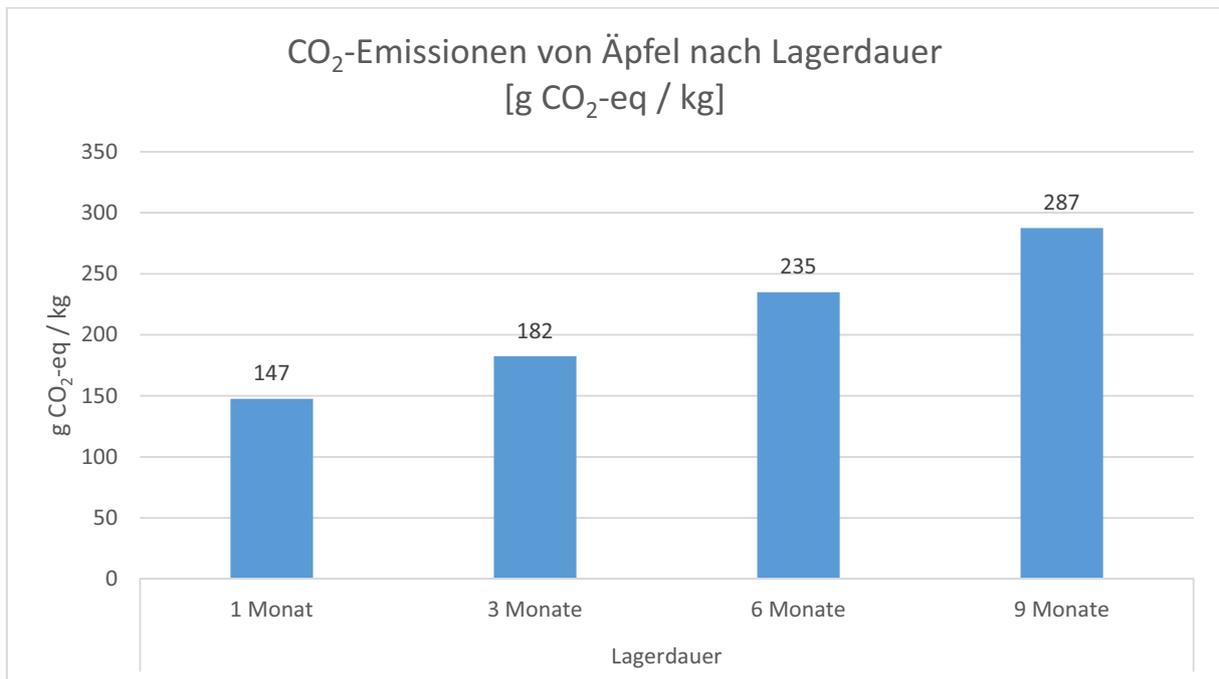


Abbildung 33: CO₂-eq-Emissionen von Äpfeln in Abhängigkeit von der Lagerdauer

5.9.2 Klimawirkung Äpfel – 4 Szenarien

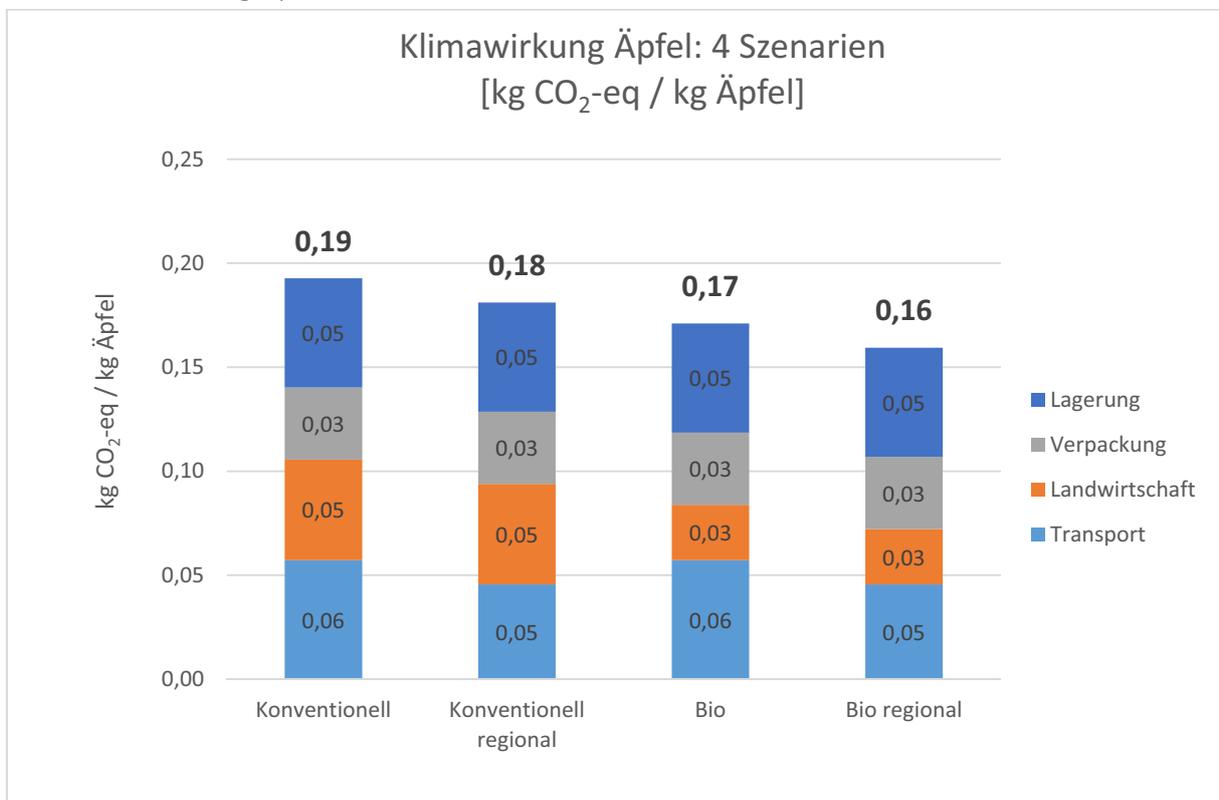


Abbildung 34: CO₂-eq-Emissionen der Apfelproduktion, 4 Szenarien

Wie in Abbildung 34 zu sehen ist, fallen die Unterschiede zwischen allen vier Szenarien tendenziell gering aus. Bio regional hat mit 159 g CO₂-eq pro kg die geringste Klimawirkung. Konventionell mit 193 g CO₂-eq pro kg die höchste (um 17,6 % höher). Es zeigt sich ebenfalls, dass bei der österreichischen Apfelproduktion kein richtiger Hotspot existiert. Lagerung, Verpackung, Landwirtschaft und Transport haben in allen Szenarien einen wahrnehmbaren Anteil an den Gesamtemissionen. Bei den beiden Nicht-regional-Szenarien hat der Transport mit 57 g CO₂-eq pro kg den größten Einfluss auf die Klimawirkung (30 % bei Konventionell, 33 % bei Bio). Bei den beiden Regional-Szenarien ist es die gekühlte Lagerung, die mit 29 % (konventionell) und 33 % (bio) den größten Anteil an den verursachten Emissionen hat.

5.10 Klimawirkung der 4 Szenarien: Zusammenfassung der Ergebnisse

Abschließend soll für Kapitel 5 überblicksartig die Klimawirkung der vier Szenarien anhand der errechneten Mittelwerte für alle Produkte und für bestimmte Produktgruppen dargestellt werden. Bei allen untersuchten Produkten weist das Szenario Konventionell die höchste Klimawirkung auf. Die folgenden Abbildungen 35 bis 38 beschreiben daher die durchschnittliche Klimawirkung der anderen drei Szenarien in Prozent, verglichen mit dem Szenario Konventionell.

Betrachtung aller untersuchten Lebensmittel: Bei allen neun Produkten hat das Szenario Bio regional die geringste Klimawirkung aller vier Szenarien. Das zeigt sich auch in Abbildung 36: Die Klimawirkung von Bio regional ist im Mittel um 31 % geringer als jene des Szenarios Konventionell, um 6 % geringer als Bio und um 22 % geringer als Konventionell regional.

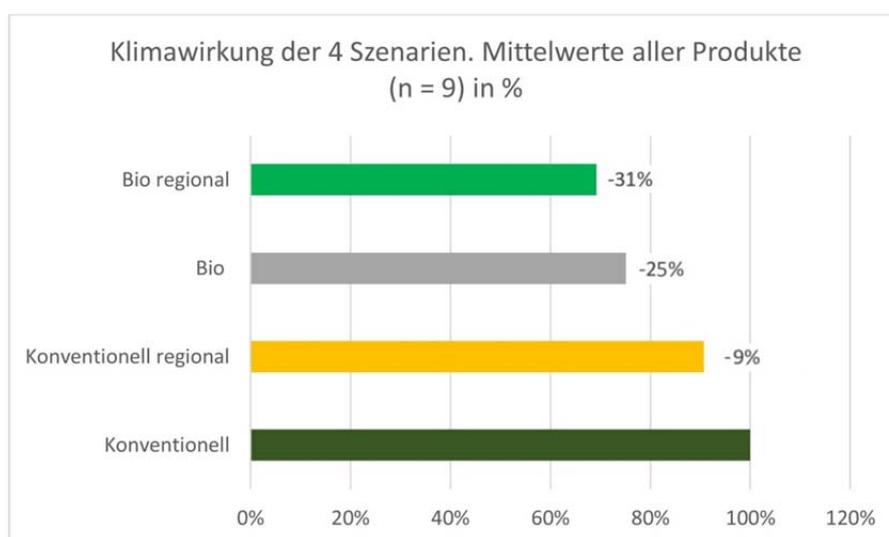


Abbildung 35: Klimawirkung der 4 Szenarien in %. Mittelwert aller neun Produkte. Referenzwert = Konventionell = 100 %

Das Szenario Bio hat bei allen neun Produkten die zweitgeringste Klimawirkung der Szenarien (im Mittel um 25 % geringer als Konventionell). Beim Szenario Konventionell regional wiederum werden im Mittel um 9 % weniger CO₂-eq-Emissionen als bei Konventionell verursacht. Das größte Reduktionspotential bei der Klimawirkung der untersuchten Lebensmittel ergibt sich somit durch eine biologische Produktionsweise. Das Reduktionspotential durch eine regionale Produktion ist geringer, aber nichtsdestoweniger vorhanden.

Betrachtet man die Mittelwerte der **tierischen Produkte**, dargestellt in Abbildung 36, zeigen sich ebenfalls wahrnehmbare Unterschiede, wenn auch etwas weniger ausgeprägt. Die Klimawirkung der beiden Bio-Szenarien ist um 19–20 % geringer als im Szenario Konventionell.

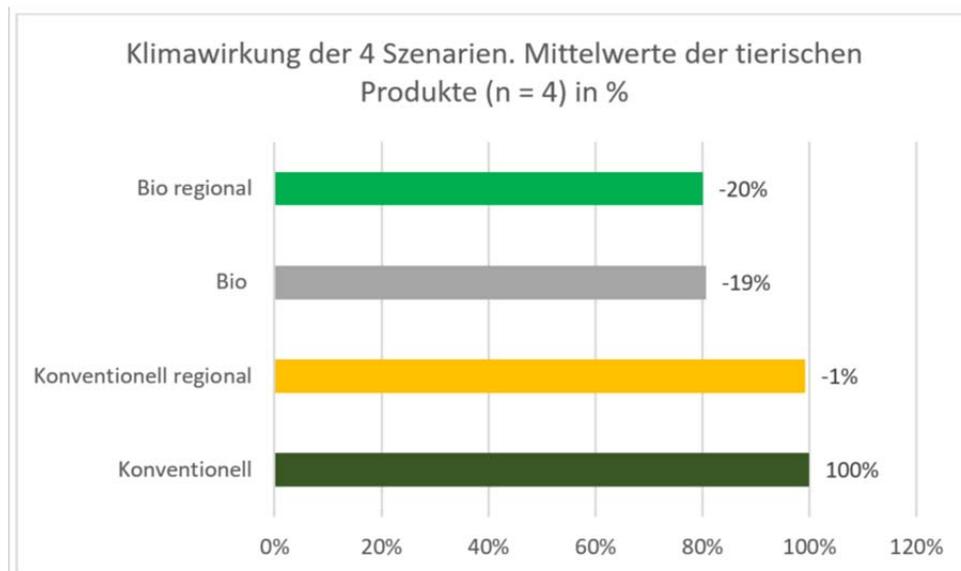


Abbildung 36: Klimawirkung der 4 Szenarien in %. Mittelwert der vier tierischen Produkte (Rindfleisch, Schweinefleisch, Eier, Milch). Referenzwert = Konventionell = 100 %

Die geringen Unterschiede zwischen den Regional- und den Nicht-regional-Szenarien (1 %) wiederum ergeben sich einerseits aus der Annahme, dass die untersuchten tierischen Produkte aus heimischer Produktion stammen, somit lange Transportdistanzen keine Rolle spielen, andererseits aus der bereits besprochenen marginalen anteiligen Klimawirkung des Transports bei tierischen Erzeugnissen generell.

Bei den Mittelwerten der **pflanzlichen Produkte** zeigen sich hingegen umso deutlichere Unterschiede. Wie in der (nächsten) Abbildung 37 zu sehen ist, hat das Szenario Bio regional eine um 39 % geringere

Klimawirkung als das Szenario Konventionell. Die Szenarien Bio und Konventionell regional weisen mit einem Unterschied von 29 % und 16 % ebenfalls eine spürbar geringere Klimawirkung als das Maximalszenario auf.

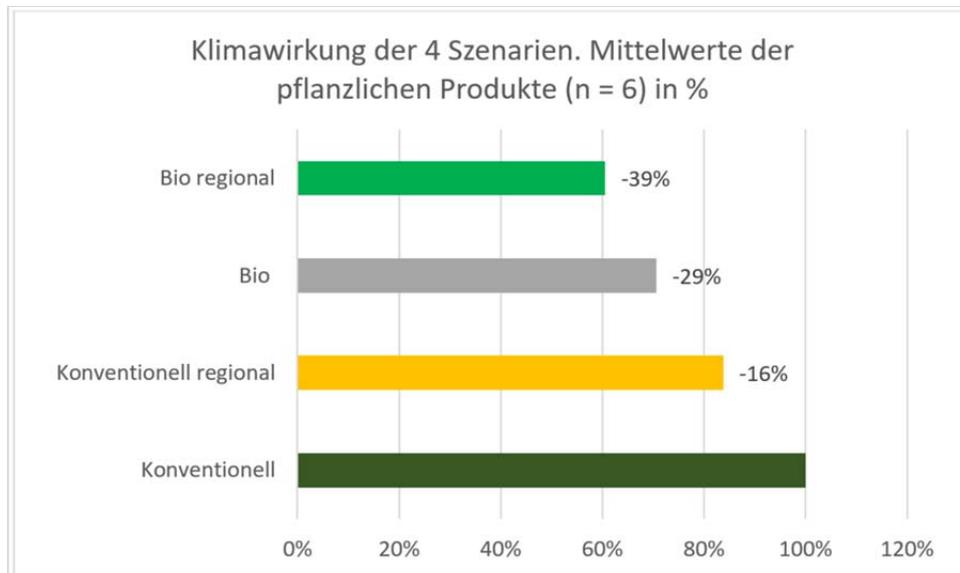


Abbildung 37: Klimawirkung der 4 Szenarien in %. Mittelwert der fünf pflanzlichen Produkte (Hafermilch, Tofu, Brot, Tomaten, Äpfel). Referenzwert = Konventionell = 100 %

Noch größere Unterschiede zeigt die Betrachtung der Produkte Hafermilch, Tofu und Tomaten in Abbildung 38. Der heimische Bedarf an diesen drei Lebensmitteln wurde als **nicht zur Gänze durch österreichische Produktion gedeckt** angenommen. Daher wurde in einzelnen Szenarien teilweise mit Importen gerechnet.

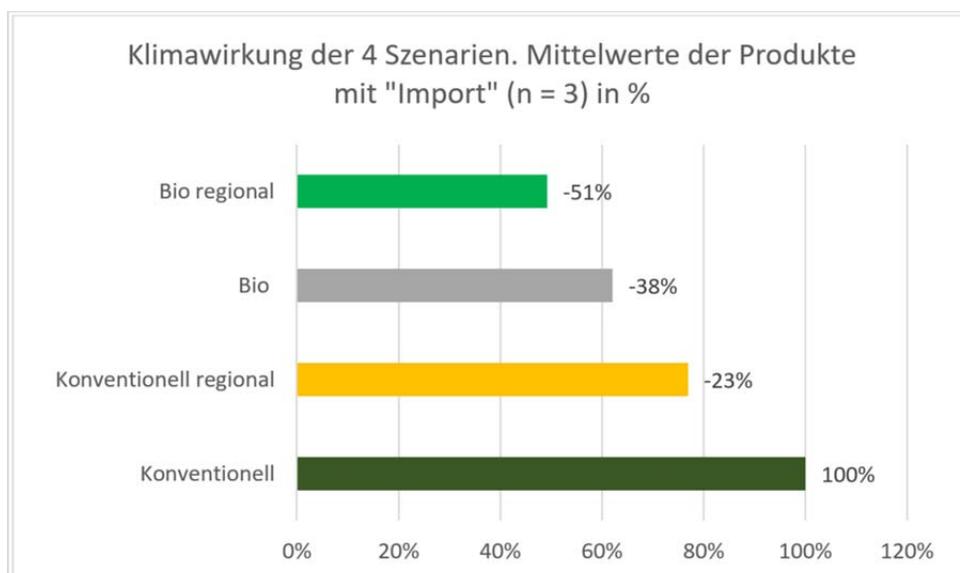


Abbildung 38: Klimawirkung der 4 Szenarien in %. Mittelwert der drei Produkte, die nicht durch die heimische Produktion gedeckt sind (Hafermilch, Tofu, Tomaten). Referenzwert = Konventionell = 100 %

Der Faktor Regionalität hat bei diesen Produkten großen Einfluss: Die Klimawirkung des konventionellen Regional-Szenarios ist im Mittel um 23 % geringer als jene beim Szenario Konventionell, die Klimawirkung von Bio regional im Mittel um 13 % geringer als Szenario Bio. Das Szenario Bio regional hat mit 51 % eine um mehr als die Hälfte geringere Klimawirkung im Vergleich mit Konventionell und zeigt somit das größte Reduktionspotential.

6 Weitere Maßnahmen zur Reduktion der THG-Emissionen

6.1 Maßnahmen zur Reduktion des vermeidbaren Lebensmittelabfalls

Ein Maßnahmenpaket zur deutlichen Reduktion des vermeidbaren Lebensmittelabfalls betrifft insbesondere den Konsum (Haushalte, Außer-Haus-Verzehr – Gastronomie und öffentliche Verpflegung), aber auch den Lebensmitteleinzelhandel. Zudem sind auch Verbesserungen von Produktions-, Verarbeitungs-, Ernte- und Lagermethoden wichtig, um Lebensmittelabfälle im Produktionsbereich zu minimieren. Beim Mindesthaltbarkeitsdatum kann die Politik eine wichtige Rolle spielen, indem sie rechtliche Vorgaben für realistische Mindesthaltbarkeitsdaten macht und gesetzliche Rahmenbedingungen für die Abgabe von genussfähigen Lebensmitteln durch den Handel festlegt. Zudem kann es verbindliche Reduktionsziele für Lebensmittelabfälle in Landwirtschaft und Handel geben, um Überproduktion zu reduzieren und sicherzustellen, dass alle Lebensmittel – auch B- und C-Ware – abgesetzt werden.

Maßnahmen im **Bereich des Konsums** sind u. a.:

- Bewussteren Umgang mit Lebensmitteln fördern
 - durch Kauf von hochqualitativeren (Bio- und Fair Trade-)Lebensmitteln (der höhere Preis führt zu einem bewussteren Einkauf und Umgang mit Lebensmitteln)
 - durch Vorsicht beim Einkauf von Lebensmitteln mit Mengenrabatten
- Informationskampagnen zur richtigen Lagerung und Haltbarmachung
- Informationskampagnen über Mindesthaltbarkeitsdatum (welche Produkte auch nach dem Ablaufdatum wie lange noch bedenkenlos konsumiert werden können)
- Etablierung von neuen Netzwerken bzw. Vertriebskooperationen für (verderbliche abgelaufene) Lebensmittel (z. B. nach Geschäftsschluss im Handel, auf Märkten etc.)

- Informationskampagnen zur Bewusstseinsbildung (regionale Medien, soziale Medien, Politik, Schlüsselpersonen) über Möglichkeiten und Bedeutung der Reduktion von Lebensmittelabfällen
- Ernährungsbildung im Bereich Schulen, Universitäten, Erwachsenenbildung und Bildung zu einem nachhaltigen Konsum

Reduktion des Lebensmittelabfalls im Handel und in der Gastronomie

In Ergänzung zu den oben angeführten Maßnahmen im Bereich Konsum spielen auch Handel und Gastronomie eine wichtige Rolle bei der Reduktion des vermeidbaren Lebensmittelabfalls. Möglichkeiten dafür wären u. a.:

- Anreize (steuerliche, strukturelle, gesetzliche) sowie Fördermaßnahmen für spezifische Maßnahmen des Lebensmitteleinzelhandels zur Reduktion des Lebensmittelabfalls
- Starke Reduktion von Mengenrabatt und Billigpreisangeboten
- Wahlmöglichkeit für kleinere Portionen in der Gastronomie
- Innovationen zur Vermittlung von übriggebliebenen Lebensmitteln in Gastronomie, Handel und Landwirtschaft
- Aufbau neuer Vermarktungswege für unverkäufliche Ware bzw. Überschüsse
- Spenden von unverkauften Waren (aus Produktion/Verarbeitung und Handel) an soziale Initiativen

6.2 Bevorzugung biologischer Produkte und verstärkt pflanzenbasierte Ernährung

Die deutliche Ausweitung des Konsums von Bioprodukten hat große Klimaschutzwirkung (und eine Reihe weiterer ökologischer und sozio-ökonomischer Vorteile). Der Effekt dieser Maßnahme ist deswegen hoch, weil sie für alle Ernährungsstilgruppen umsetzbar und niederschwellig ist, wodurch eine große Breitenwirkung erzielt werden kann. Dies zeigt die Abbildung 39: Im gegenwärtigen durchschnittlichen omnivoren Ernährungsstil (OMNI) wie auch bei einem gesunden Ernährungsstil (OMNI ÖGE) und bei den fleischfreien Ernährungsstilen (OLVEG und VEGAN) ist der Effekt durch die Umstellung auf Bioprodukte deutlich ausgeprägt. Auch die Ergebnisse der CO₂-Bilanzierungen der neun hier untersuchten Lebensmittel (siehe Kapitel 5) belegen im Einzelnen die Klimaschutzwirkung der Bioprodukte.

Eine Ernährung mit deutlich weniger Fleisch führt zu geringeren THG-Emissionen, ovo-lacto-vegetarische und vegane Ernährungsweise bewirken die geringsten THG-Emissionen von allen Ernährungsformen (siehe auch Kapitel 3). Ernährungsweisen in den jeweiligen biologischen Varianten, d. h. mit einem 100%igen Anteil an biologischen Produkten, können je nach Ernährungsstil

zusätzlich 10 bis 20 % der Treibhausgasemissionen im Ernährungsbereich einsparen (Schlatzer und Lindenthal, 2020). Am deutlichsten fällt dabei das THG-Einsparpotential in der omnivoren Variante OMNI aus, gefolgt von der OMNI-ÖGE-Variante (siehe Abbildung 39).

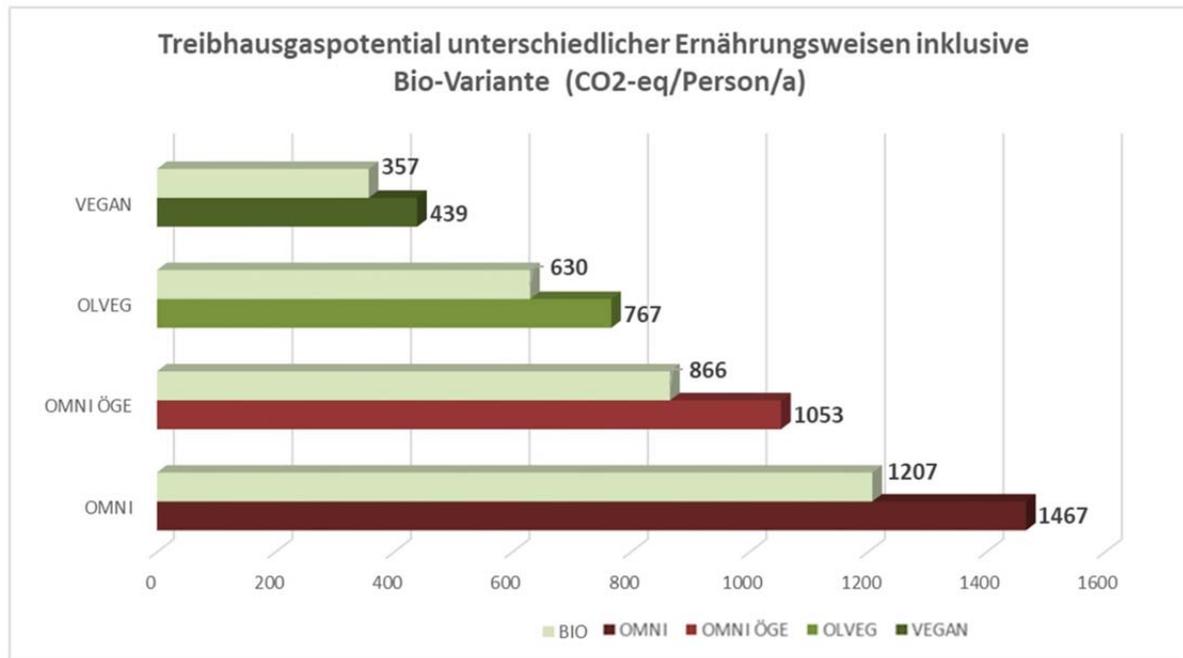


Abbildung 39: Treibhausgasbilanz der durchschnittlichen gegenwärtigen Ernährung (OMNI) sowie der modellierten omnivoren (OMNI ÖGE), ovo-lacto-vegetarischen (OLVEG) und veganen (VEGAN) Ernährungsweise in der konventionellen sowie in der biologischen Variante (100 % Bioprodukte) (Schlatzer und Lindenthal, 2020)¹⁷

Ein Grund für die großen Unterschiede hinsichtlich des Bio-Einsparpotentials bei den omnivoren Varianten (OMNI und OMNI ÖGE) gegenüber den vegetarischen und veganen Varianten (OLVEG und VEGAN) liegt an den prinzipiell geringeren THG-Emissionen dieser beiden letzten Varianten.

Zusammengefasst lässt sich festhalten: Jede hier sowie in den Kapiteln 4, 5 und 6.3 angeführte Maßnahme (Reduktion des Fleischkonsums, Umstieg auf Bioprodukte, verstärkte Regionalität und Saisonalität, reduzierte Verpackung, Vermeidung von Lebensmittelabfällen sowie Reduktion des Konsums verarbeiteter Produkte wie z. B. Fertiggerichte) hat Bedeutung für eine klimafreundliche Ernährung, besonders dann, wenn sie breit umgesetzt wird. Somit können **alle Konsument*innen** über die Wahl der Lebensmittel und den eigenen Ernährungsstil einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

¹⁷ OMNI = omnivor bzw. durchschnittliche Ernährung in Österreich, OMNI ÖGE = omnivor gemäß Empfehlungen der ÖGE, OLVEG = ovo-lacto-vegetarisch nach ovo-lacto-vegetarischer Gießener Ernährungspyramide, VEGAN = gemäß veganer Gießener Ernährungspyramide, jeweilige BIO-VARIANTEN = hellgrün.

Nicht außer Acht gelassen werden darf hier jedoch die **Verantwortung von Politik und Handel** in der Ausgestaltung entsprechender Rahmenbedingungen, Förderungen und Anreize für eine klimafreundliche Ausrichtung von Konsum und Ernährung sowie für eine nachhaltige klimafreundliche Landwirtschaft. Zudem sind Maßnahmen sehr bedeutsam, die zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen in der **Lebensmittelverarbeitung** und zu einer **Reduktion der Lebensmittelabfälle** entlang der gesamten Lebensmittelwertschöpfungskette (inkl. Haushalte) führen. Darüber hinaus kommt dem Bereich **Bildung** und **Wissensvermittlung** im Zusammenhang mit klimafreundlicher und nachhaltiger Ernährung große Bedeutung zu.

Der Konsum von **Fisch** ist aufgrund des geringen Selbstversorgungsgrads von Österreich (5 %) und aufgrund der globalen ökologischen Problemstellungen der Fischerei und der Aquakulturen besser auf einem niedrigen Niveau zu halten. Fast 90 % der weltweit kommerziell genutzten Fischbestände sind überfischt oder bis an ihre biologischen Grenzen befischt. Alternativen sind hochwertige pflanzliche Öle wie Leinöl. Milchprodukte können aufgrund ihrer hohen absoluten Gesamtverzehrmenge und ihrer Relevanz für die THG-Bilanz ebenso durch Alternativen mit einer besseren Ökobilanz ersetzt werden (z. B. Hafermilch, Tofu, Nüsse).

6.3 Maßnahmen der Kreislaufschließung

Ein wichtiger weiterer Reduktionspfad für Treibhausgasemissionen, die durch Landwirtschaft, Lebensmittelproduktion und -konsum entstehen, wird durch die Schließung von Kreisläufen oder zumindest das Verlängern und Aufwerten von Produkt- bzw. Materiallebenszyklen erreicht.

In der **Landwirtschaft** sind hierbei folgende wichtige Lösungsansätze hervorzuheben (Lindenthal und Schlatzer, 2020):

- a) Verstärkung der **organischen Düngung** (auch potenziell bedeutsam für Stoffkreislaufschließungen in der Region, u. a. über Bioabfallkompostierung) und breite Etablierung **vielfältiger Fruchtfolgen** sowie **Förderung regionaler Stoffkreislaufschließung** mit entsprechendem Ausbau der Infrastruktur (Biotonnenkompostierung, Verwertung und Rückführung organischer Reststoffe inkl. Qualitätsmonitoring)
- b) **Konsequente Rückführung von Stroh und anderen Ernteresten** in Verbindung mit verstärktem Anbau von Futterleguminosen und Begrünungen, um die bodenbiologische Aktivität zu steigern (schnelleres Verrotten der Ernterückstände)

- c) **Reduktion der Futtermittelimporte** (Soja, andere Eiweißfuttermittel, Futtergetreide) durch regionalen Anbau und vor allem auch durch Förderung der Reduktion des Tierbestandes/-besatzes
- d) Verstärkte Förderung von **Verzicht und Reduktion bei Stickstoff-Mineraldüngereinsatz wie auch bei Phosphor- und Kali-Dünger** (ist zudem insbesondere im Fall von Phosphor für die Schonung knapper Lagerstättenressourcen bedeutsam)
- e) **Ausweitung des Biolandbaus**, wodurch die Maßnahmen a) bis d) am konsequentesten umgesetzt werden können
- f) Verstärkte Förderung der **regionalen Vorlieferbeziehungen** (Cervený et al., 2013)
- g) **Regionalisierung der Landwirtschaft** und Verschränkung der **Regionalentwicklung** mit nachhaltiger Landwirtschaft

Beim Lebensmittelkonsum seien für die Kreislaufschließung folgende vier Maßnahmen besonders hervorgehoben (siehe auch Lindenthal und Schlatzer, 2020):

- a) **Vermeidung von Lebensmittelabfällen**
- b) Verstärkte Wahl von **Bioprodukten**
- c) **Reduktion des Fleischkonsums**
- d) Verstärkte Wahl **saisonaler und regionaler Lebensmittel**

Folgende **spezifische Aspekte bzw. allgemeine Wege der Kreislaufschließung**, die direkt oder indirekt mit Lebensmittelherstellung oder -konsum zusammenhängen, seien im Folgenden näher ausgeführt:

Insbesondere bei der Behandlung von **Lebensmittelabfällen** oder Produktionsrückständen besteht hier großes Potenzial (siehe auch Kapitel 8.1). Hierbei ist eine Hierarchie/Kaskade zu berücksichtigen: An oberster Stelle stehen dabei Lebensmittel zum menschlichen Verzehr, beispielsweise Semmelbrösel, die aus Altbrot hergestellt werden. Ist dies nicht möglich, kann eine Weiterverarbeitung zu Futtermitteln in Betracht gezogen werden (z. B. Ölpresskuchen oder – soweit aus Sicht der Artgerechtigkeit und der Hygiene unbedenklich – Nebenprodukte aus der Fleisch- und Wurstindustrie). Auf der nächsten Stufe steht die Gewinnung von Fasern, Wirkstoffen und chemischen Rohstoffen. Erst als letzter Schritt ist die thermische oder energetische Verwertung, also das Verbrennen zur Gewinnung von Strom oder Wärme, vorzusehen (Reisinger et al., 2012).

Weitere bekannte Methoden zur Verwertung biogener Abfälle sind **Kompostierung und Fermentierung**. Biomüll, Grünschnitt, Stallmist sowie andere organische Reststoffe aus der Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion können dadurch noch länger im Kreislauf gehalten und

sinnvoll genutzt werden. Bei der Fermentierung entsteht Biogas als alternativer Energieträger oder Bio-Treibstoff, die Gärreste können am besten über Kompostierung zum Einsatz kommen (u. a. Verwertung am Anfallsort und damit auch Energiegewinnung zur Eigennutzung; siehe GIS Recycling, 2021).

Eine andere Möglichkeit der Kreislaufschließung in der Landwirtschaft stellt der Einsatz von **Transfermulch**, auch bekannt als „Cut and Carry“, dar. Insbesondere im Biolandbau (Acker- und Gemüsebau) ist es erforderlich und in der Regel üblich, den Anbau von (Futter-)Leguminosen in die Fruchtfolge u. a. für die Versorgung mit Stickstoff (N), den Humusaufbau und die Verbesserung der bodenbiologischen Aktivität zu integrieren. Der größte Effekt zur N-Fixierung wird erzielt, wenn der Grünschnitt (z. B. Luzerne oder Klee gras) abtransportiert wird, da sonst die N-Fixierungsleistung sinkt und die Lachgas-Emissionen (N₂O) steigen. Während Betriebe mit Viehwirtschaft die Leguminosen als Futtermittel direkt verwenden, bietet sich für viehlose Betriebe an, den Grünschnitt auf einem anderen Feld als Mulch oder Dünger auszubringen. Dadurch ist ein geschlossener Kreislauf mit kurzen Transportwegen möglich, der zudem vielfältige Vorteile sowohl für das Feld mit den Futterleguminosen als auch für das Empfängerfeld des Mulchs bringt (Dünger, Unkrautunterdrückung, Förderung des Bodenlebens und Humusgehalts, erhöhte Stickstofffixierungsleistung; siehe Ökolandbau.de, 2017).

Zur zukünftigen Verwertung biogener Abfälle führen Reinberg et al. (2020) mögliche Wege aus, wie eine **biobasierte Industrie** aussehen könnte und welches Potential an nutzbaren Stoffströmen in Österreich dafür vorhanden ist. Aus diversen biogenen Abfällen wie tierischen Reststoffen, Molkereiabfällen oder Biomüll können wertvolle Sekundärrohstoffe wie Milchsäure, Ethanol, Wasserstoff oder Carbonsäuren gewonnen werden. Diese können in weiterer Folge zur Substituierung von erdölbasierten Kunststoffen oder fossilen Brennstoffen beitragen (Reinberg et al., 2020). Das ist sinnvoll, sofern diese organischen Materialien nicht für den Humusaufbau im Ackerbau benötigt werden, wie z. B. bei Stroh, Gülle und hochqualitativen Teilen des Biomülls (mit geringem Schwermetallgehalt).

Auch innovative Nischen-Ideen können einen Beitrag dazu leisten, organische Reststoffe künftig länger im Kreislauf zu halten.

6.4 Steigerung des Humusgehalts

In landwirtschaftlich genutzten Böden können über den **Humus** (organische Substanz im Boden) bedeutende Mengen an Kohlenstoff, der aus dem **CO₂** der Luft stammt, **gebunden und gespeichert werden** (auch als „*Kohlenstoff-Sequestrierung*“ bezeichnet). Damit kann ein Teil der CO₂-Emissionen dauerhaft im Boden gespeichert werden, wenn eine konsequente humusschonende Bewirtschaftung erfolgt.

Biolandbau weist in der Regel **höheren Humusgehalt** auf und hat somit über seine humusmehrende Bewirtschaftungsweise (siehe Kapitel 3) **sehr große Bedeutung für die CO₂-Speicherung im Boden**. In einer globalen Metastudie zeigten Gattinger et al. (2012) eine durchschnittlich um 450 kg pro ha höhere Kohlenstoffsequestrierung auf Bioflächen im Vergleich zu konventionell bewirtschafteten Flächen (wo es häufiger zum Humusabbau kommt, siehe Heißenhuber et al., 2015). Für Mitteleuropa sind ähnliche und z. T. noch höhere Werte berechnet worden (Hülsbergen und Küstermann, 2007; Wirz et al., 2018, S. 17).

Durch den **Humusaufbau** und eine verbesserte Bodenstruktur kommt **dem Biolandbau daher auch bei der Klimawandelanpassung eine wichtige Rolle zu** (Niggli, 2007b; Kromp-Kolb et al., 2014; Sanders und Heß, 2019), **was auch die OPÜL-Evaluierung 2017 bestätigt**. Zukünftige Witterungsextreme (z. B. Trockenheit, Starkniederschläge) werden in Bio-Böden besser abgepuffert (siehe Niggli, 2007b; Wirz et al. 2018), denn Bio-Böden nehmen aufgrund ihres höheren Humusgehalts und besserer Bodenstruktur nachweislich schneller Wasser auf und speichern dieses besser. Der Bio-Ackerbau trägt auch wesentlich zur **Vermeidung von Bodenerosion** bei (Wirz et al., 2018; Sanders und Heß, 2019).

Durch eine Erhöhung des Humusgehalts im Boden könnten in einem Zeitraum von 20–30 Jahren auf der österreichischen Ackerfläche einmalig 7,2–16,4 Mio. t CO₂ im Boden gebunden werden (= 8,7–20 % der gesamten Treibhausgasemissionen eines Jahres in Österreich (Freyer und Dorninger, 2008).

Humus hat zudem eine bedeutende Rolle in der **Klimawandelanpassung**:

Hoher Humusgehalt im Boden verbessert die **Wasserspeicherfähigkeit** und die Bodenstruktur und damit auch die **Robustheit gegenüber Bodenerosion** (Bodenabtrag durch Starkniederschläge und/oder starke Winde/Stürme).

Hülsbergen und Rahmann (2015) haben je 40 biologische und konventionelle Milchviehbetriebe in Deutschland über einen mehrjährigen Zeitraum auf ihre Klimawirkung hin untersucht. Dabei wurde auch die durch Humusdynamik bedingte CO₂-Speicherung/Freisetzung untersucht. Abbildung 40 zeigt

die Unterschiede bzgl. der Klimawirkung durch Humusaufbau und -abbau zwischen konventionellen und biologischen Betrieben.

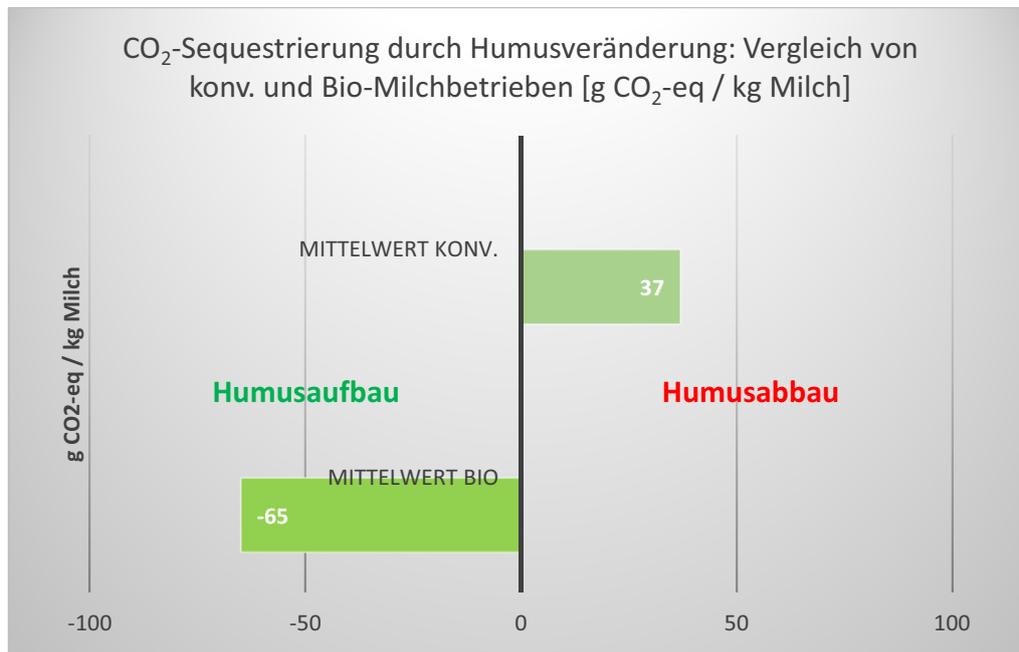


Abbildung 40: Klimawirkung der Humusdynamik von konventionellen und biologischen Betrieben, eigene Darstellung auf Basis von Hülsbergen und Rahmann (2015)

Wie Abbildung 40 zeigt, kommt es bei den untersuchten biologischen Betrieben zu einer humusbedingten CO₂-Speicherung von durchschnittlich 65 g CO₂ pro kg produzierter Milch. Bei den konventionellen Betrieben werden, bedingt durch Humusabbau, im Mittel 37 g CO₂ pro kg freigesetzt. Je nach betrieblicher Situation (Standort, Produktionsverfahren, Düngung, Ertrag) ergibt sich bei Hülsbergen und Rahmann (2015) eine Spannweite von -210 g CO₂ pro kg (durch Humusaufbau bedingte Speicherung, bio) bis +122 g CO₂ pro kg (durch Humusabbau bedingte Freisetzung, konventionell).

7 Handlungsempfehlungen zur Reduktion der THG-Emissionen bei der Lebensmittelherstellung und in der Ernährung

7.1 Konsument*innen – Ernährungsempfehlungen

Eine Reihe von konsumseitigen Handlungsempfehlungen für eine klimafreundliche Ernährung und damit zur Absenkung der ernährungsbedingten Treibhausgas-Emissionen ergeben sich als Schlussfolgerung aus dieser Studie. Diese Empfehlungen berücksichtigen auch wichtige andere ökologische und sozio-ökonomische Nachhaltigkeitseffekte wie u. a. Biodiversität, Bodenfruchtbarkeit, Gewässerschutz, Tiergerechtigkeit sowie Ernährungssouveränität, Transparenz und Fairness. In diesem Sinne sind folgende Handlungsempfehlungen zu nennen:

1.) Gesundheitsbewusster Konsum von Fleisch – Reduktion des Konsums von Fleisch und Fleischprodukten: Dies bedeutet **weniger Fleisch und dafür Fleisch von höherer Qualität** zu essen: Biofleisch oder Fleisch von Tieren aus extensiver Haltung, am besten von Freilandhaltungsformen

2.) Bevorzugung von Bioprodukten und damit eine Erhöhung des Anteils von Bioprodukten beim Einkauf. Dabei sind **regionale und saisonale** (siehe unten) **Bioprodukte** von besonderer Bedeutung, da sie von allen 4 betrachteten Varianten stets die niedrigsten CO₂-Emissionen aufweisen.

3.) Wahl einer **pflanzenbasierten Ernährungsweise**, inkl. ovo-lacto-vegetarischer und veganer Ernährungsweise

4.) Bevorzugung saisonaler Produkte bei Gemüse und Obst: siehe Saisonkalender:

<https://www.bio-austria.at/app/uploads/Bio-Saisonkalender.jpg>

<https://www.gesundheit.gv.at/leben/ernaehrung/saisonkalender/inhalt>

<https://www.bewusstkaufen.at/saisonkalender/>

Lebensmittel wie Brot und Backwaren, Nudeln, Fleisch, Eier, Milch und Milchprodukte haben hingegen „immer Saison“ – **nicht-saisonale Produkte** mit hohem CO₂-Rucksack (Tomaten im Winter aus mitteleuropäischem Glashaus-Anbau, Erdbeeren, Trauben und andere verderbliche Güter im Winter, die eingeflogen werden) sollten vermieden werden.

5.) Vermeidbare Lebensmittelabfälle im Haushalt und beim Konsum reduzieren:

Durch folgende Handlungsempfehlungen kann in den Haushalten bzw. beim Konsum Lebensmittelabfall deutlich verringert und somit eine Reduktion von Treibhausgas-Emissionen beim Lebensmittelkauf erreicht werden:

- **Bewussterer Umgang mit Lebensmitteln:**
 - Lebensmittel von höherer Qualität (bio oder Faire Trade) kaufen (größere Wertzumessung zu dem einzelnen Lebensmittel und damit bewussterer Einkauf und Umgang mit den Produkten)
 - Anreize für bewussteren Umgang mit Lebensmitteln setzen
 - Vorsicht beim Einkauf von Lebensmitteln mit Mengenrabatten (z. B. „Kauf 3 zum Preis von 2“)
 - Billigangebote nur bei entsprechendem Bedarf in Anspruch nehmen
- **Wissen zur richtigen Lagerung und Haltbarmachung** nutzen (siehe unten Bildungseinrichtungen und Infokampagnen)
- **Wissen über Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD)** nutzen (welche Produkte auch nach Ablauf des MHD noch wie lange bedenkenlos konsumiert werden können)

Siehe https://wienertafel.at/fileadmin/Presse/WT_19021_MHD_Broschuere_ANSICHT.pdf

6.) Reduktion des Einkaufs von Convenience-Produkten

Dies gilt insbesondere für **tiefgekühlte** und **hochverarbeitete** Produkte, die bei der Lagerung (in der Gefriertruhe) bzw. in der Verarbeitung viel Energie benötigen (und damit mehr Treibhausgase verursachen) und auch mehr Energie beim Kochen benötigen.

7.) Reduktion des Konsums palmölhaltiger Produkte: Dies umfasst

- a) **Verzicht auf palmölhaltige Fertigprodukte**, Snacks, Knabberereien, Aufstriche und Margarinen, einige Schokoladenprodukte u. a. sowie generell stark verarbeitete Produkte
- b) Konsum **palmölfreier Alternativen** (die mithilfe regionaler Öle, z. B. Rapsöl, Sonnenblumenöl) hergestellt werden

8.) Maßnahmen zur Reduktion des Transports beim Einkauf (Reduktion des „letzten Kilometers“)

- Zu Fuß oder mit dem Fahrrad einkaufen
- Anstelle des Autos öffentliche Verkehrsmittel wählen
- Sammeleinkäufe statt vieler Einfahrten für wenige Produkte (gilt insbesondere auch für Ab-Hof-Einkäufe, da hier in der Regel mehr Kilometer mit dem PKW anfallen)

Unabhängig von der Bedeutung jeder Maßnahme können somit **alle Konsument*innen einen wichtigen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgase** und zu einer klimafreundlichen Ernährung leisten, da sich auch Maßnahmen mit einem prozentuell geringeren THG-Einsparungseffekt (z. B. weniger Verpackung, geringeres Transportaufkommen durch saisonale und regionale Produkte u. a.) im Falle einer großen Verbreitung (u. a. durch Bewusstseinsbildung und Angebot) stark auswirken.

7.2 Politik

Die Empfehlungen an die Politik für die Etablierung einer **nachhaltigen klimafreundlichen Landwirtschafts- und Ernährungspolitik** sind vielfältig. Sie umfassen u. a.:

- 1) **Bildungsinitiativen für klimafreundliche Ernährung (siehe auch Maßnahmen im Kapitel 6)** u. a. in Schulen, Universitäten, Fachausbildungen für Koch- und Gastronomieberufe in Richtung Reduktion des Fleischkonsums und des Lebensmittelabfalls sowie Förderung von bio, Fair Trade, saisonal und regional in der Ernährung
- 2) **Verschärfung Agrar-/Ernährungspolitik und Gesundheitspolitik** mit dem Ziel einer Stärkung einer präventiven Gesundheitsvorsorge durch eine auf Gesundheit und Nachhaltigkeit ausgerichtete Ernährung: Kampagnen von Bund, Ländern und Gemeinden in Verbindung mit dem Gesundheitswesen, Bildungsinitiativen, Brückenschlag zu Ärzten und Gesundheitsinformation, finanzielle Anreize und Förderprojekte
- 3) **Reduktion der Lebensmittelverschwendung:** Brückenfunktion von Bund, Ländern u. a. in Richtung unterstützender Maßnahmen für den Ausbau der Kooperationen von Lebensmittelhandel, sozialen Einrichtungen und NGOs
- 4) **Ausbau der biologischen Landwirtschaft** auf 40 % der Flächen bis 2030 über
 - ein breites Bioaktionsprogramm
 - demensprechende zukünftige spezifische und ausreichende Förderungen für die biologische Wirtschaftsweise in der österreichischen Implementierung der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP bzw. Ausgestaltung der neuen GAP-Regelungen für Österreich im Rahmen des ÖPUL)
 - Maßnahmen zur Stärkung und zum Ausbau der Verarbeitung und Vermarktung biologischer Lebensmittel

- effiziente Maßnahmen im Bereich Beratung, Bildung, Konsument*innen-Information und Forschung (siehe Kummer et al., 2021)
- 5) Ausbau und gezielte Förderung für den **Verzicht auf Stickstoff-Mineraldünger und gleichzeitige Förderung von Begrünungen/Leguminosen** (Stickstoff-Mineraldünger verursacht in Produktion und Anwendung große Probleme in Bezug auf Klimaschutz durch hohe CO₂-Emissionen bei der Herstellung und hohe Lachgas-Emissionen (N₂O) aus den Böden)
- 6) **Abkehr der Agrarpolitik von Intensivierung** hin zu einer umfassenden systemischen Ausrichtung auf Umweltziele und sozio-ökonomische Vorteile (Ernährungssouveränität, soziale Gerechtigkeit), dies umfasst z. B.
- Förderung kleinbäuerlicher Landwirtschaft, Erhöhung der sozio-ökonomischen Resilienz der kleinen und mittleren landwirtschaftlichen Betriebe
 - Förderung extensiver und mittelintensiver Weidehaltung
 - Förderung eines deutlichen Humusaufbaus insbesondere im Ackerbau, aber auch im Gemüse-, Obst- und Weinbau u. a. durch folgende Maßnahmen: gezielte Verstärkung des Anbaus von Futterleguminosen und Begrünungen, breite Etablierung vielfältiger Fruchtfolgen und verstärkte organische Düngung (auch potenziell bedeutsam für Stoffkreislaufschließungen in der Region), Ausweitung des Biolandbaus (siehe oben)
- 7) Streichung der **Förderungen und Subventionen** für:
- klima- und umweltschädigende Lebensmittel
 - Intensivierung in der landwirtschaftlichen Produktion (bei pflanzlichen wie auch tierischen Nahrungsmitteln)
- 8) **Fiskalpolitische Maßnahmen** zur Förderung klimafreundlicher Lebensmittel und Besteuerung klimaschädlicher Lebensmittel: z. B.
- aufkommensneutrale CO₂-Bepreisung/CO₂-Steuer, die somit regionale, saisonale Bioprodukte stärker entlastet
 - weitere Steuerbegünstigungen für Produkte aus biologischer Landwirtschaft sowie regionale und saisonale Produkte in verschiedenen Bereichen des Steuersystems

- sozial ausgerichtete Fleischsteuer,¹⁸ ausgerichtet auf die ökologischen und sozialen Produktionsstandards von Fleisch; eine Integration der Fleischsteuer im Falle einer Bepreisung durch eine sozial ausgerichtete CO₂-Steuer, die generell im Wirtschaftssystem angewandt wird (siehe Ref-NEKP 2019, APCC 2018), ist zu prüfen¹⁹
- Prüfung/Pilotprojekt zur Einführung einer Futtermittelsteuer (aufkommensneutrale Ausrichtung)
- Steuererleichterungen für Initiativen zur Reduktion des Lebensmittelabfalls
- Steueranpassung von pflanzlichen Milchalternativen zu Kuhmilch (derzeit werden pflanzliche Milchalternativen mit 20 % besteuert, Kuhmilch nur mit 10 %)

9) **Ordnungspolitische Maßnahmen** zur Erhöhung des Anteils von vegetarischen und veganen Speisen sowie Bioprodukten, saisonalen und regionalen Lebensmitteln in der **Gemeinschaftsverpflegung** (Pensionistenheime, Kindergärten, Schulen, Krankenanstalten etc.), zum Beispiel:

- Nudging zur Reduktion von Fleisch im Rahmen der öffentlichen Beschaffung bzw. in der Gemeinschaftsverpflegung und in Großküchen (kleinere Portionen und weniger Fleisch bei den Buffets)
- 2 bis 3 Veggie Days pro Woche in Großküchen der Gemeinschaftsverpflegung der öffentlichen Hand (Krankenhäuser, Mensen, Kantinen etc.)
- standardmäßiges Angebot mindestens einer vegetarischen und veganen Speise

10) Förderung eines **nachhaltigen Tourismus** in Verbindung mit **klimafreundlicher Ernährung**:

- Nudging zur Reduktion von Fleisch (siehe oben)
- Förderung von Biohotels und Bioregionen
- Initiativen von Bund und Ländern für Gastronomie, Hotellerie und Gemeinschaftsverpflegung zur Förderung gesunder Menüs, des Bezugs biologischer, saisonaler und regionaler Lebensmittel sowie zur Reduktion der Lebensmittelabfälle etc.

11) **Maßnahmen zur Steigerung der ganzheitlichen Fleischqualität in Österreich**

Dies umfasst u. a.

¹⁸ Beispielsweise Kompensation durch entsprechende Zuschüsse bei niedrigen (Haushalts-)Einkommen.

¹⁹ Aufgrund des großen CO₂-Rucksacks von Fleisch käme es im Falle einer CO₂-Bepreisung von Produkten zu einer höheren Besteuerung von Fleisch, die mit einer Fleischsteuer gleichzusetzen wäre.

- **bessere Kennzeichnung von Lebensmitteln nach Herkunft und Haltung** – um Transparenz zu steigern, z. B. für Außerhausversorgung, für verarbeitete Produkte sowie für tierische Produkte (siehe Lindenthal und Schlatzer, 2020)
- **Standards im Tierschutz bzw. in der Tierhaltung steigern**
- **Verzicht auf Sojaimporte aus Übersee** – weiterer Ausbau von Initiativen für regionale Futtermittelproduktion wie z. B. der Donau Soja Initiative (ohne möglicher sozialer und ökologischer Opportunitätskosten), keine Verwendung von gentechnisch verändertem Soja
- **Förderung der Regionalisierung** in der tierischen Produktion: Futtermittelanbau und Haltung der Tiere innerhalb der gleichen Region (regionale und standortangepasste Landwirtschaft)
- **Förderung von regionalen Lebensmitteln**, vor allem bei tierischen Produkten in Beschaffung, Gastronomie und Einzelhandel
- **keine Importe von tierischen Produkten in die EU, die nicht zumindest den europäischen Rechtsstandards der Tierhaltung** entsprechen bzw. diesen Standard übertreffen, um somit indirekte Impulse für die österreichische Landwirtschaft zu erzielen
- **Tiertransporte-Standards erhöhen**: hier sind sowohl Österreichs Rolle in der EU wie auch die nationalen politischen Spielräume gefordert, um Missstände bei Lebendtiertransporten zu beseitigen und generell Transportzeiten und -strecken weiter zu reduzieren
- **höhere Preise und Erlöse** für Fleisch von höherer Qualität, gemessen an strengen Nachhaltigkeitskriterien
- **deutlich höhere Förderungen im Agrarumweltprogramm (ÖPUL)²⁰** für kleinbäuerliche Betriebe mit höheren Tierhaltungsstandards zur Sicherung der flächendeckenden kleinbäuerlichen Landwirtschaft und damit auch der extensiver genutzten Flächen, insbesondere im Grünland und auf den Almen

7.3 Landwirtschaft und tangierte Bereiche

Die Empfehlungen an die Landwirtschaft und die tangierten Bereiche für eine nachhaltige klimafreundlichen Landwirtschafts- und Ernährungspolitik umfassen u. a.:

- verstärkte Förderung der **biologischen Landwirtschaft** (v. a. über nationale und EU-Agrar-Förderungen)

²⁰ Agrarumweltprogramm ÖPUL: Österreichisches Programm zur Förderung einer umweltgerechten, extensiven und den natürlichen Lebensraum schützenden Landwirtschaft

- **Regionalisierung der Landwirtschaft** und Verschränkung der **Regionalentwicklung** mit nachhaltiger Landwirtschaft
- verstärkte Förderung von **Verzicht und Reduktion bei Stickstoff-Mineraldüngereinsatz sowie auch bei Phosphor- und Kali-Dünger** (ist zudem insbesondere im Fall von Phosphor für die Schonung knapper Lagerstättenressourcen bedeutsam)
- **Reduktion der Futtermittelimporte** (Soja, andere Eiweißfuttermittel, Futtergetreide):
 - a) durch **regionalen/nationalen Anbau** von Soja und anderen Eiweißfuttermitteln
 - b) vor allem durch Förderung **der Reduktion des Tierbestandes/-besatzes** mittels Agrarförderungen und durch einen geringeren Fleischkonsum mit dem Ziel, **Fleisch von höherer Qualität, aber in geringerer Menge zu essen**, das einen **deutlich höheren Preis** hat, der auch die Einkommensverluste (infolge geringerer Tierbestände) für die landwirtschaftlichen Betriebe ausgleicht
- Forcierung einer **standortangepassten**, nicht intensiven und **flächengebundenen Tierhaltung**
- **verstärkte Förderung des Humusaufbaus** im Acker-, Gemüse-, Obst- und Weinbau; damit steigt die Kohlenstoff-Sequestrierung/-Speicherung (CO₂-Bindung) im Boden, was auch eine wichtige Maßnahme zur Klimawandelanpassung in der Landwirtschaft darstellt
- **deutliche Reduktion der Bodenversiegelung**: Schutz von Agrarflächen vor Bodenversiegelung/Verbauung (seit 1990 wurden in Österreich 300.000 Hektar an landwirtschaftlicher Fläche versiegelt und gingen damit verloren) mit dem Ziel der Reduktion des Flächenverbrauchs durch Verbauung von derzeit 11,8 ha pro Tag auf maximal 2,5 ha 2025 und maximal 1 ha 2030
- Maßnahmen zur **Reduktion von vermeidbarem Lebensmittelabfall in der Landwirtschaft**: z. B. Korrektur von bestimmten äußeren Qualitätsstandards in Lebensmittelverarbeitung und -handel, Weitergabe von nichtvermarkteten Lebensmitteln an soziale Einrichtungen, Reduktion des nichtgeernteten Anteils in der landwirtschaftlichen Produktion
- **weitere Maßnahmen zur Schließung von Kreisläufen**:
 - * Verstärkung der **organischen Düngung** (auch potenziell bedeutsam für Stoffkreislaufschließungen in der Region, u. a. über Bioabfallkompostierung)
 - * breite Etablierung **vielfältiger Fruchtfolgen**
 - * **Förderung regionaler Stoffkreislaufschließung**, inkl. Ausbau der Infrastruktur (Biotonnenkompostierung, Verwertung und Rückführung organischer Reststoffe, Qualitätsmonitoring)
 - * **konsequente Rückführung von Stroh und anderen Ernteresten** in Verbindung mit verstärktem Anbau von Futterleguminosen und Begrünungen, um die bodenbiologische Aktivität zu steigern (schnelleres Verrotten der Ernterückstände)

7.4 Lebensmittelverarbeitung – Unternehmen

Für Unternehmen in der Lebensmittelverarbeitung gibt es folgende Handlungsempfehlungen, um Treibhausgas-Emissionen zu reduzieren:

- 1) Umstellung des Energielieferanten für die Verarbeitung auf **Ökostrom**
- 2) schrittweise Wandlung der Produktionsbereiche weg von **tiefgekühlten** und **hochverarbeiteten** Produkten (die bei der Lagerung bzw. in der Verarbeitung viel Energie benötigen) und hin zu **stärker naturbelassenen Lebensmitteln**
- 3) Fleischverarbeitung mit Schwerpunkt auf erhöhten Standards, **tiergerechter Schlachtung** und hin zu **höherer Qualität bei Fleisch- und Wurstwaren**
- 4) Ausbau der Reduktionsmaßnahmen beim **Lebensmittelabfall**
- 5) bevorzugter Einsatz von nachhaltig produzierten, **regionalen bzw. österreichischen Lebensmittel-Rohstoffen** in der Lebensmittelverarbeitung, insbesondere wo deutliche THG-Vorteile evident sind (**z. B. verarbeitete Eier**)
- 6) Ausbau bzw. Einführung von **Mehrwegverpackungen** in mengenmäßig wichtigen Bereichen (Fruchtsäfte, Milch, Joghurt etc.)

7.5 Handel

Für den Lebensmitteleinzelhandel und für andere Handelsbereiche von Lebensmitteln (u. a. Belieferung von Großküchen, Gemeinschaftsverpflegung, Gastronomie, Catering) sind u. a. folgende Handlungsempfehlungen bedeutsam:

- 1) Ausbau des **veganen und vegetarischen Angebots**, insbesondere mit **saisonalen und regionalen** Produkten (sowie fair gehandelten Produkten aus dem Globalen Süden), auch im Catering und für Kantinen – **Nudging** für vegane und vegetarische Lebensmittel im Lebensmittelhandel
- 2) weiterer Ausbau des **Bio-Angebots**, insbesondere mit **saisonalen und regionalen** Produkten (sowie fair gehandelten Produkten aus dem Globalen Süden) und weitere Verstärkung der Partnerschaften mit (regionalen) Bioverbänden, Biobetrieben und Umweltberatungen
- 3) Erhöhung und Weiterentwicklung der Bio-Standards
- 4) **Reduktion** des Angebots **nicht-saisonalen Lebensmittel**, insbesondere solcher, die mit dem Flugzeug transportiert werden

- 5) Verzicht auf **Billigpreisangebote bei Fleisch**, insbesondere bei Schweine- und Hühnerfleisch, bei Rindfleisch aus Intensiv-Rinderhaltung (Stiermast) sowie bei entsprechenden **Wurstwaren**
- 6) **Verzicht auf palmöhlhaltige Produkte**
- 7) Informationskampagnen, Mitwirkung an Aufklärungsarbeit: Aufzeigen von **gesundem und nachhaltigem Ernährungsstil (zumindest nach ÖGE)**
- 8) Maßnahmen zur **Reduktion von Lebensmittelabfall**, insbesondere für abgelaufene und leicht verderbliche Lebensmittel (zu Geschäftsschluss):
 - Ausbau der Kooperationen von Lebensmittelhandel und sozialen Einrichtungen, um nicht mehr für den Verkauf zugelassene Lebensmittel (Brot, Gemüse, Obst etc.) abzugeben
 - verstärkte Beteiligung an Netzwerken zur Lebensmittelverwendung, Unterstützung von virtuellen Lebensmittelaustausch-Plattformen
- 9) Reduktion von Billigangeboten, Gratisaktionen und Mehrstückpackungen, insbesondere bei leicht verderblichen Waren
- 10) Mitwirkung an (regionalen) **Informationskampagnen** zur Reduktion von Lebensmittelabfall im Haushalt – auch für Maßnahmen der Bewusstseinsbildung, z. B. für ein reduziertes Angebot frischer Waren wie Brot gegen Geschäftsende
- 11) Ausbau bzw. Einführung von Mehrwegverpackungen aller Art, insbesondere in mengenmäßig wichtigen Bereichen (Fruchtsäfte, Milch, Joghurt etc.)
- 12) nach Möglichkeit Produkte unverpackt oder in wiederbefüllbaren Abfüllstationen anbieten
- 13) Verwendung von Ökostrom in Filialen, Lagern und Zentrale sowie schrittweiser Umstieg auf E-Mobilität
- 14) verbesserte und transparentere Lebensmittelkennzeichnung

7.6 Bildungseinrichtungen und Medien

Die Handlungsempfehlungen umfassen u. a.:

1. kompetente und breite **Wissensvermittlung**: Bildungsinitiativen in Schulen, Universitäten, Erwachsenenbildung, Social Media, Massenmedien und regionalen Medien; Informationskampagnen (siehe auch Handel) über:
 - Möglichkeiten zur Reduktion des Fleischkonsums
 - Möglichkeiten zur Reduktion der Lebensmittelabfälle (Wissen über Ablaufdatum, richtige Lagerung und Haltbarmachung)

- klimafreundliche und nachhaltige Ernährung unter Berücksichtigung von Aspekten wie bio, Fair Trade, saisonal und regional beim Einkauf von Lebensmitteln
2. Bewusstseinsbildung/**Bildungsprojekte** zu gesunder und klimafreundlicher Ernährung in Schulen, an Universitäten und in der Erwachsenenbildung sowie Kampagnen von Bund, Ländern und Gemeinden in Verbindung mit dem Gesundheitswesen
 3. Wissen über vegetarische und vegane Gerichte sollte in der **Ausbildung von Köch*innen** und Gastronomiepersonal forciert werden (z. B. über verstärkten Einsatz von Hülsenfrüchten und von hochwertigen Ölen wie Leinöl, Walnussöl etc.)

8 Literaturverzeichnis

Agribalyse, 2016. Agribalyse v1.3 Database. LCI data for dairy bull, conventional, intensive at farm gate. <https://simapro.com/products/agribalyse-agricultural-database/>. Eigene Berechnung in SimaPro 9.1 mittels IPCC 2013 GWP 100a V1.03.

Alig, M., Grandl, F., Mieleitner, J., Nemecek, T., Gaillard, G. (2012): Ökobilanz von Rind-, Schweine- und Geflügelfleisch. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. September 2012. Verfügbar in: <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/umweltressourcen/oekobilanzen/oekobilanz-Anwendungen/oekobilanz-vonfleisch.html>.

AMA (AgrarMarkt Austria) (2019). Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauches von Fleisch inkl. Geflügel gesamt in Österreich. https://amainfo.at/fileadmin/user_upload/Dokumente/Alle_Dokumente/Marktinformationen/Pro_Kopf_Verbrauch_Fleisch.pdf

AMA (2020): Lebend- und Schlachtgewichte, Schlachtausbeute, Schlachtungen sowie Fleischanfall. Daten und Fakten der AgrarMarkt Austria für den Bereich Vieh und Fleisch K-Ö. Stand 15. Mai 2020. Verfügbar in https://www.ama.at/getattachment/c9170514-b892-46ff-9e27-f2fd74e0d9b9/220_schlachtgew_2005-2016.pdf. Aufgerufen am 30.04.2021.

Angerer, V., Sabia, E., König von Borstel, U., Gauly, M. (2021): Environmental and biodiversity effects of different beef production systems. Journal of Environmental Management 289 (2021) 112523. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112523>.

APCC (Austrian Panel on Climate Change) (2014): Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014 (AAR14): Synopse – Das Wichtigste in Kürze. Austrian Panel on Climate Change (APCC), Climate Change Centre Austria, Wien, Österreich.

APCC (Austrian Panel on Climate Change) (2018): Österreichischer Special Report Gesundheit, Demographie und Klimawandel (ASR18). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der ÖAW, Wien, Österreich, 978-3-7001-8427-0.

Ballard, V., Aubert, T., Tristant, D., Schmidely, P. (2011): Effects of plants extracts on methane production and milk yield for dairy cows. Renc Rech Ruminants 18, 141.

Bio Austria (2020): Produktionsrichtlinien. Fassung Dezember 2020. Verfügbar in https://www.bio-austria.at/app/uploads/2021/02/Richtlinien_2020_12AKTUELL.pdf. Aufgerufen am 12.05.2021

Bio Austria (2021): Statistik. Verfügbar in: <https://www.bio-austria.at/bio-bauern/statistik/>. Aufgerufen am 19.10.2021.

Bio EU-Verordnung (2008): Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle.

BLE – Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, 2021: Klee und Luzerne: Sinnvoll nutzen im viehlosen Betrieb. Verfügbar in: <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/spezieller-pflanzenbau/feldfutter/klee-und-luzerne-im-viehlosen-betrieb/>. Aufgerufen am: 14.05.2021.

BMNT (2018a): Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich. Statusbericht 2018.

BMNT (2018b): Grüner Bericht 2018: Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft im Jahr 2017. Bundesministerin für Nachhaltigkeit und Tourismus (BMNT), Wien.

Boschiero, M., Zanotelli, D., Ciarapica, F. E., Fadanelli, L., Tagliavini, M. (2019): Greenhouse gas emissions and energy consumption during the post-harvest life of apples as affected by storage type, packaging and transport. *Journal of Cleaner Production*, 220, pp. 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.300>.

Brade, W. (2014): CO₂-Fußabdrücke für Milch und Milchprodukte. *Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft*, 92:1.

Buchgraber, K. und Gindl, G. (2004): Zeitgemäße Grünlandbewirtschaftung. Leopold Stocker Verlag. Graz – Stuttgart. Zweite Auflage 2004. ISBN 3-7020-1073-4.

Campbell, B. M., Beare, D. J., Bennett, E. M., Hall-Spencer, J. M., Ingram, J. S. I., Jaramillo, F., Ortiz, R., Ramankutty, N., Sayer, J. A., Shindell, D. (2017): Agriculture production as a major driver of the Earth system exceeding planetary boundaries. *Ecology and Society* 22 (4):8. <https://doi.org/10.5751/ES-09595-220408>

Cervený et al. (2013): SOS – Szenarios für Übertragungseffekte von globalen (Klima) Wandelsphänomenen in Österreich. Verfügbar in: <http://www.ecology.at/sos.htm>. Aufgerufen am 10.05.2021

Chiriaco, M. V., Grossi, G., Castaldi, S., Valentini, R. (2017): The contribution to climate change of the organic versus conventional wheat farming: A case study on the carbon footprint of whole meal bread production in Italy. *Journal of Cleaner Production*, 153, pp. 309–319. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.111>

De Schutter, L. et al. (2015): ACHTUNG: HEISS UND FETTIG – KLIMA & ERNÄHRUNG IN ÖSTERREICH – Auswirkungen der österreichischen Ernährung auf das Klima https://www.wwf.at/de/view/files/download/showDownload/?tool=12&feld=download&sprach_connect=3023

De Schutter, L. und Bruckner, M. (2016): Hunger auf Land – Flächenverbrauch der österreichischen Ernährung im In- und Ausland. https://www.wwf.at/de/view/files/download/showDownload/?tool=12&feld=download&sprach_connect=3120

De Vries, M., et al. (2015): Comparing environmental impacts of beef production systems: A review of life cycle assessments. *Livestock Science* 178: 279–288.

EAT – Lancet-Commission on Food, Planet, Health (2019): Our Food in the Anthropocene. [https://eatforum.org/content/uploads/2019/07/EAT-Lancet Commission Summary Report.pdf](https://eatforum.org/content/uploads/2019/07/EAT-Lancet_Commission_Summary_Report.pdf)

Erb et al. (2016): Exploring the biophysical option space for feeding the world without deforestation. Verfügbar in: <https://www.nature.com/articles/ncomms11382>

Ertl, P., Steinwider, A., Schönauer, M., Krimberger, K., Knaus, W., Zollitsch, W. (2016): Net food production of different livestock: A national analysis for Austria including relative occupation of different land categories. *Bodenkultur* 67 (2), 91–103.

Eurostat (2021): Greenhouse gas emissions by source sector. Verfügbar in: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_air_gge&lang=en

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

FAO (2017): Save food for a better climate. Converting the food loss and waste challenge into climate action. Rome.

FAO & New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre (2017): Low-emissions development of the beef cattle sector in Argentina – Reducing enteric methane for food security and livelihoods. Rome. 39 pp.

Fließbach, A., Oberholzer, H.-R., Gunst, L., Mäder, P. (2007): Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 118, 273–284.

Freyer, B. und Dorninger, M. (2008): Bio-Landwirtschaft und Klimaschutz in Österreich: Aktuelle Leistungen und zukünftige Potentiale der Ökologischen Landwirtschaft für den Klimaschutz in Österreich. [https://www.edugroup.at/fileadmin/DAM/Gegenstandsportale/HLFS/Biologische Landwirtschaft/Da teien/BIO AUSTRIA Klimastudie-2.pdf](https://www.edugroup.at/fileadmin/DAM/Gegenstandsportale/HLFS/Biologische_Landwirtschaft/Da_teien/BIO_AUSTRIA_Klimastudie-2.pdf)

Gattinger, A., Muller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fließbach, A., Buchmann, N., Mäder, P., Stolze, M., Smith, P., Scialabba, N.E.-H. and Niggli, U. (2012): 'Enhanced top soil carbon stocks under organic farming'. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109: 44, pp. 18226–18231.

Gerowitt, B., Schröder, S., Dempfle, L., Engels, E., Engels, J., Feindt, P., Graner, A., Hamm, U., Heißenhuber, A., Schulte-Coerne, H., Wolters V., Wissenschaftlicher Beirat für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim BMELV (2013): Biodiversität im Grünland – unverzichtbar für Landwirtschaft und Gesellschaft. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 20 S.

GIS Recycling (2021): Verfügbar in: <https://gisrecycling.com/>. Aufgerufen am 27.04.2021.

Grünberg, J., Nieberg, H., Schmidt, T. (2010): Treibhausgasbilanzierung von Lebensmitteln (Carbon Footprints): Überblick und kritische Reflektion. *Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research* 2, 2010 (60).

Hartl, W., Erhart, E., Feichtinger, F. (2012): Humusaufbau auf Ackerflächen im Zusammenhang mit Klima-, Boden- und Gewässerschutz. 3. Umweltökologisches Symposium 2012, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Raumberg-Gumpenstein, pp. 39–44.

Head, M., Sevenster, M., Croezen, H. (2011): Life Cycle Impacts of Protein-rich Foods for Superwijzer.

Heißenhuber, A., Haber, W., Krämer, C. (2015): 30 Jahre SRU-Sondergutachten "Umweltprobleme der Landwirtschaft": – eine Bilanz. Dessau-Roßlau, 368 S.

Hietler, P., Pladerer, C., Bernhofer, G., Kalleitner-Huber, M. (2016): Lagebericht zu Lebensmittelabfällen und -verlusten in Österreich. Österreichisches Ökologie-Institut, Wien im Auftrag von WWF Österreich und Mutter Erde.

Hietler, P. und Pladerer, C. (2017): Abfallvermeidung in der österreichischen Lebensmittelproduktion. http://www.ecology.at/files/pr886_6.pdf

Hietler, P. und Pladerer, C. (2018): Lebensmittelabfälle in Österreich – Aktualisierung des Lageberichts mit neuen Daten, rechtlichen Rahmenbedingungen und konkreten Handlungsempfehlungen, im Auftrag von WWF Österreich, Wien.

Hindrichsen, I. K., Wettstein, H.-R., Machmüller, A., Kreuzer, M. (2006): Methane emission, nutrient degradation and nitrogen turnover in dairy cows and their slurry at different milk production scenarios with and without concentrate supplementation. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 113(1), 150–161.

Hinterberger, F., Burger, E., Sellner, G. (2011): Schweinefleischproduktion in Österreich – Klimaauswirkungen und Ressourceneffizienz. Analyse des CO₂-Fußabdrucks und Ressourcenindikatoren bei der Schweinefleischproduktion in Österreich. Ergebnisbericht. SERI Nachhaltigkeitsforschungs und -kommunikations GmbH im Auftrag von SPAR Österreichische Warenhandels-AG. Wien.

Hörtenhuber, S., Lindenthal, T., Amon, B., Markut, T., Kirner, L., Zollitsch, W. (2010a): Greenhouse gas emissions from selected Austrian dairy production systems – model calculations considering the effects of land use change. *Renew. Agric. Food Syst.* 25, 316–329.

Hörtenhuber, S., Lindenthal, T., Zollitsch, W. (2010b): Greenhouse gas emissions of regionally produced alternative feedstuffs rich in protein for Austrian dairy production. In: Karl Schedle, Margit Kraft, Wilhelm Matthias Windisch (Eds.), 9. BOKU-Symposium Tierernährung, Eigenverlag: Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie der BOKU Wien; ISBN: 978-3-900962-87-6.

Hörtenhuber, S., Lindenthal T., Zollitsch W. (2011): Reduction of greenhouse gas emissions from feed supply chains by utilizing regionally produced protein sources: the case of Austrian dairy production. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91 (6): 1118-1127.

Hörtenhuber, S. J., Theurl, M., Lindenthal, T., Zollitsch, W. (2012): Land Use Change – GHG Emissions from Food and Feedstuffs. 8th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector, Saint-Malo, France, Oct 1–4.

Hörtenhuber, S., Steiniger, F., Zollitsch, W. (2016): Umweltwirkungen der Milcherzeugung mit unterschiedlich effizienten Kühen. In: Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen (ALVA), Eiweißpflanzen – Strategien und Chancen für Landwirtschaft und Industrie – ALVA Jahrestagung 2016; ISBN: 1606-612X. [Jahrestagung 2016 der ALVA (Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen), Klagenfurt, Mai 30–31]

Hörtenhuber, S., Weisshaidinger, R., Scheurich, A., Scheuch, M., Gadermaier, J., Zollitsch, W. (2018): A comparison of human edible feed conversion efficiency between organically and conventionally managed livestock. [6th International Conference on Organic Agriculture Sciences (ICOAS), Eisenstadt, Austria, 07.11.2018–09.11.2018]

Hörtenhuber, S. (2021): Modellierung der CO₂-Emissionen der österreichischen Stiermast (biologisch und konventionell). FiBL Österreich.

Hrad, M., Ottner, R., Obersteiner, G., Fink, R., Comploi, K. (2016): Fortführung der Erhebung von Lebensmittelverlusten in der Landwirtschaft. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Abteilung VI/6. Wien.

Hülsbergen, K.-J. und Küstermann, B. (2007): Ökologischer Landbau – Beitrag zum Klimaschutz. In: Wiesinger, K., LFL Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): Angewandte Forschung und Beratung für den ökologischen Landbau in Bayern. Schriftenreihe LFL 3/07, Freising-Weihenstephan, S. 9–21.

Hülsbergen, K.-J. und Küstermann, B. (2008): Optimierung der Kohlenstoffkreisläufe in Öko-Betrieben. Ökologie und Landbau 145, 1, 20–22.

Hülsbergen, K.-J. und Rahmann, G. (2015): Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme – Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben Forschungsergebnisse 2013–2014.

IPBES (2019): Das „Globale Assessment“ des Biodiversitätsrates IPBES. www.ipbes.net

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2006): Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston, H. S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. and Tanabe, K. (eds). Published: IGES, Japan.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007): Climate Change (2007): IPCC Fourth Assessment Report. The Physical Science Basis.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2018): Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2019): Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. <https://www.ipcc.ch/srccl/>

Ja! Natürlich (2021): Unsere Produktionsstandards. Verfügbar in <https://www.janaturlich.at/wir-sind-bio/wofuer-wir-stehen/strengste-kontrollen/>. Aufgerufen am 12.05.2021.

Jungbluth, N. (2010): Die Ökobilanz von Nahrungsmittelproduktion und Konsum: Handlungsmöglichkeiten der Akteure.

Jungbluth, N., Eggenberger, S., König, A., Keller, R., Nowack, K. (2016): Untersuchungen zur Umweltfreundlichen Eiweissversorgung. Pilotstudie. BAFU.

Jungbluth, N., Bussa, M., Eberhart, M., Meili, C. (2020): Ökobilanz von Kuhmilch und pflanzlichen Drinks. ESU-services GmbH im Auftrag von WWF Schweiz.

KernTec (2021): Verfügbar in: <https://www.kern-tec.com/>. Aufgerufen am 26.04.2021.

Kral, I. (2011): Treibhausgasemissionen von Rind- und Schweinefleisch entlang der Produktionskette Landwirtschaft bis Großküche unter besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Produktionsform. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur. Wien.

Kromp-Kolb, H., Nakicenovic, N., Seidl, R., Steininger, K., Ahrens, B., Auer, I., Baumgarten, A., Bednar-Friedl, B., Eitzinger, J., Foelsche, U., Formayer, H., Geitner, C., Glade, T., Gobiet, A., Grabherr, G., Haas, R., Haberl, H., Haimberger, L., Hitzenberger, R., König, M., Köppl, A., Lexer, M., Loibl, W., Molitor, R., Moshhammer, H., Nachtnebel, H-P., Prettenthaler, F., Rabitsch, W., Radunsky, K., Schneider, L., Schnitzer, H., Schöner, W., Schulz, N., Seibert, P., Stagl, S., Steiger, R., Stötter, H., Streicher, W., Winiwarter, W. (2014): Synthese. In: Österreichischer Sachstandsbericht *Klimawandel* 2014 (AAR14). Austrian Panel on Climate Change (APCC), Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien.

Kummer, S., Klingbacher, E., Petrasek, R., Bartel-Kratochvil, R., Eichinger, A., Lindenthal, T., Kranzler, A., Niggli, U. (2021): Stärkung der biologischen Landwirtschaft in Österreich bis 2030. Studie zu Erfolgsfaktoren und Handlungsoptionen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus. Verfügbar in: <https://www.bmlrt.gv.at/land/bio-lw/zukunft-der-bio-landwirtschaft.html>. Aufgerufen am 16.05.2021

Küstermann, B., Kainz, M., Hülsbergen, K.-J., (2007) Modeling carbon cycles and estimation of greenhouse gas emissions from organic and conventional farming systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 23: 1–16.

Landschafftleben (2021): Brot und Gebäck aus Österreich. Verfügbar in: <https://www.landschafftleben.at/lebensmittel/tomate>. Aufgerufen am 14.05.2021.

Lebersorger, S., Schneider, F., (2014): Aufkommen an Lebensmittelverderb im österreichischen Lebensmittelhandel, im Auftrag der ECR Arbeitsgruppe.

Leeb, C., Rudolph, G., Dippel, S., Edwards, S., Zollitsch, W., Winckler, C. (2015): Wohlergehen von Bioschweinen und Umweltwirkungen – (k)ein Widerspruch? Haltungssysteme der Bio-Schweine in Europa im Vergleich. In: Tagungsband der Freilandtagung. Wien. Verfügbar in <https://orgprints.org/id/eprint/29921/>

Leinonen, I., Williams, A.G., Wiseman, J., Guy, J., Kyrazakis, I. (2012): Predicting the environmental impacts of chicken systems in the United Kingdom through a life cycle assessment: Egg production systems. *Poultry Science*, 91, 26–40.

Leitzmann, C., Keller, M. (2020): Vegetarische und vegane Ernährung, Ulmer Verlag, Stuttgart, 4. Aufl.; 511 S.

Lindenthal, T. (2000): Phosphorvorräte in Böden, betriebliche Phosphorbilanzen, und Phosphorversorgung im Biologischen Landbau – Ausgangspunkte für die Bewertung einer großflächigen Umstellung ausgewählter Bundesländer Österreichs auf Biologischen Landbau hinsichtlich des P-Haushaltes. Dissertation, Univ. f. Bodenkultur Wien.

Lindenthal, T., Markut, T., Hörtenhuber, S., Theurl, M., Rudolph, G. (2010): Greenhouse Gas Emissions of Organic and Conventional Foodstuffs in Austria. VII. International conference on life cycle assessment in the agri-food sector (LCA Food), 22.–24. September 2010, Bari, Italy. Proceeding, Vol. (1), pp. 319–324.

Lindenthal, T. (2020): Der CO₂ Fußabdruck von Lebensmitteln – Wege einer klimafreundlichen Ernährung. *Natur & Land*, 106, 3, 53–54.

Lindenthal, T. und Schlatzer, M. (2020): Risiken für die Lebensmittelversorgung in Österreich und Lösungsansätze für eine höhere Krisensicherheit – Wissenschaftliches Diskussionspapier im Auftrag von Greenpeace; BOKU und FiBL Österreich. Wien, Juni 2020, 65 S.

https://boku.ac.at/fileadmin/data/H01000/H10090/H10400/H10420/Lindenthal_und_Schlatzer_2020_Lebensmittelversorgung_und_Krisensicherheit.pdf

Lughofer, E. (2011): Treibhausgas-Emissionen bei unterschiedlichen Vermarktungsformen von Gemüse – eine Fallstudie unter Berücksichtigung des Einkaufsverkehrs. Diplomarbeit.

Meier, M., Böhler, D., Hörtenhuber, S., Leiber, F., Meili, E., Oehen, B. (2014): Nachhaltigkeit von Schweizer Rindfleischproduktionssystemen verschiedener Intensität – Schlussbericht September 2014. Forschungsinstitut für Biologischen Landbau. Frick, 2014. Verfügbar in: <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/de/news/2014/schlussbericht-nachhaltigkeit-rindfleisch.pdf>.

Meier, M. S., Stoessel, F., Jungbluth, N., Juraske, R., Schader, C., Stolze, M. (2015): Environmental impacts of organic and conventional agricultural products – Are the differences captured by life cycle assessment? *Journal of Environmental Management* 149, 193–208.

Mejia, A., Harwatt, H., Jaceldo-Siegl, K., Sranacharoenpong, K., Soret, S., Sabaté, J. (2017): Greenhouse Gas Emissions Generated by Tofu Production: A Case Study, *Journal of Hunger & Environmental Nutrition* (Juni 2017).

Millet, O. (2020): Remote Environmental Responsibility – The biodiversity footprint caused by the production of Brazilian soybean for Austria. Masterarbeit, Department of Forest and Soil Sciences, Institute for Forest Ecology, BOKU Wien.

Monteiro, A. N. T. R., Wilfart, A., Utzeri, V. J., Batorek Lukac, N., Tomazin, U., Costa, L. N., Candek-Potokar, M., Fontanesi, L., Carcia-Launay, F. (2019): Environmental impacts of pig production systems using European local breeds: The contribution of carbon sequestration and emissions from grazing. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117843. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117843>.

Mülleder C., et al. (2008): Alternative Haltungssysteme für die Rindermast unter österreichischen Verhältnissen unter besonderer Berücksichtigung von Betonspaltenböden mit Gummiauflagen. Endbericht zum Forschungsprojekt 1447, Eigenverlag Institut für Tierhaltung und Tierschutz, Wien.

Muller, A., Schader, C., Scialabba, N. E.-H., Brüggemann, J., Isensee, A., Erb, K.-H., Smith, P., Klocke, P., Leiber, F., Stolze, M., Niggli, U. (2017): Strategies for feeding the world more sustainably with organic agriculture. *Nature Communications* 8, 1290. 1–13. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-01410-w>

Müller, W. und Lindenthal, T. (2009): Was leistet der Biologische Landbau für die Umwelt und das Klima. Studie im Auftrag der AMA. Endbericht, Wien, 83 S.

Neumayr, C. (2012): Treibhausgasemissionen von Systemen der Rind- und Lammfleisch-Erzeugung. Masterarbeit. Wien. Jänner 2012. Universität für Bodenkultur, Wien. Institut für Nutztierwissenschaften.

Niggli, U., Earley, J. and Ogorzalek, K. (2007a): Organic agriculture and food supply stability. Ecological and environmental stability of the food supply. Proceedings of the International Conference on Organic Agriculture and Food Security. 3.–5. May 2007, FAO, Rom. 1–32. <ftp://ftp.fao.org/paia/organicag/ofs/Niggli.pdf>

Niggli, U. (2007b): Mythos „Bio“ – Kommentare zum gleichnamigen Artikel von Michael Miersch in der Wochenzeitung „Die Weltwoche“ vom 20. September 2007. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), CH-Frick. <http://orgprints.org/11368/>

Niggli, U., Schmid, H. und Fliessbach, A. (2008): Organic Farming and Climate Change. International Trade Centre (ITC) UNCTAD/WTO, Geneva. <http://orgprints.org/13414/>

Niggli, U., Fließbach, A., Hepperly, P., Scialabba, N. (2009): Low Greenhouse Gas Agriculture: Mitigation and Adaptation Potential of Sustainable Farming Systems. FAO, April 2009, Rev. 2 – 2009.

Obersteiner, G., Luck, S. (2020): Teller statt Tonne. Lebensmittelabfälle in österreichischen Haushalten. Status Quo. Im Auftrag von WWF Österreich.

ÖGE (Österreichische Gesellschaft für Ernährung) (2017): 10 Ernährungsregeln der ÖGE. <https://www.oege.at/index.php/bildung-information/empfehlungen>

ÖGE (Österreichische Gesellschaft für Ernährung) (2019): 10 Ernährungsregeln der ÖGE. <https://www.oege.at/index.php/bildung-information/empfehlungen>

ÖGE (Österreichische Gesellschaft für Ernährung) (2020): 10 Ernährungsregeln der ÖGE. <https://www.oege.at/index.php/bildung-information/empfehlungen>. Aufgerufen am 16.05.2021.

Ökolandbau.de (2017): Verfügbar in: <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/spezieller-pflanzenbau/feldfutter/kllee-und-luzerne-im-viehlosen-betrieb/>. Aufgerufen am 26.04.2021

Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B., Steinfeld, H. (2013): Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains – A global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.

ÖPUL Evaluierung (2017): Nationaler Evaluierungsbericht. LE 2014-20. Evaluierungspakete D, E und F; Groier, M. et al. (Koordination). BMLFUW, Wien.

Pladerer, C. und Hietler, P. (2017): Abfallvermeidung in der österreichischen Lebensmittelproduktion. Österreichisches Ökologie-Institut in Kooperation mit FH Wiener Neustadt für Wirtschaft und Technik GmbH Campus Wieselburg, Lebensmittel-Cluster Oberösterreich, Lebensmittel Cluster Niederösterreich, pulswerk GmbH, gefördert von der Abfallvermeidungsförderung der Sammel- und Verwertungssysteme, mit Unterstützung von Reclay UFH.

Poore, J., Nemecek, T. (2018): Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360 (6392), 987–992.

Prüf nach! – Standard (2020): Werner Lampert Beratungsges.m.b.H, Stand 03/2020. Verfügbar in: https://www.wernerlampert.com/fileadmin/user_upload/PDF/Sonstiges/2003_PN-Richtlinie_Internet.pdf. Aufgerufen am 11.06.2021.

Ref-NEKP (2019): Referenzplan als Grundlage für einen wissenschaftlich fundierten und mit den Pariser Klimazielen in Einklang stehenden Nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich, CCCA & ÖAW-KKL Publikation (Kirchengast, G., Kromp-Kolb, H., Steininger, K., Stagl, S., Kirchner, M., Ambach, Ch., Grohs, J., Gutsohn, A., Peisker, J., Strunk, B., Hg.), V-9.9.2019, 206 S., Wien–Graz.

Reinberg, V., Steffl, T., Gronalt, M., Ganglberger, E., Thaler, J., Müller, M., Biebl A., Niederwieser, J., Kisser, J. (2020): AUSTRIAN BIOCYCLES. Biobasierte Industrie als Bestandteil der Kreislaufwirtschaft. Ein Projektbericht im Rahmen des Programms Produktion der Zukunft des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). Wien. Verfügbar in: https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/nw_pdf/schriftenreihe/schriftenreihe-2020-13-austrian-biocycles.pdf. Aufgerufen am 25.04.2021.

Reisinger, H., Domenig, M., Thaler, P., Lampert, C. (2012): Rückstände aus der Nahrungs- und Genussmittelproduktion. Materialien zur Abfallwirtschaft. Umweltbundesamt (Hrsg.). Wien. Verfügbar in: <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0403.pdf>. Aufgerufen am 15.05.2021.

Rust et al. (2017): Österreichischer Ernährungsbericht 2017. https://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/9/5/0/CH1048/CMS1509620926290/erna_hrungs_bericht2017_web_20171018.pdf

Sanders, J. und Heß, J. (Hrsg.) 2019: Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft (Review). Thünen Report Nr. 65; Thünen Institut, Braunschweig. https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_65.pdf

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

Schatzler, M. (2019): Österreichische und europäische Alternativen zu Palmöl und Soja aus Tropenregionen – Optionen und Auswirkungen auf den Klimawandel.

Schatzler, M., Lindenthal, T., Kromp, B., Roth, K. (2017): Nachhaltige Lebensmittelversorgung für die Gemeinschaftsverpflegung der Stadt Wien. Endbericht MA 22 Stadt Wien. 100 S. <https://www.wien.gv.at/kontakte/ma22/studien/pdf/gemeinschaftsverpflegung-nachhaltig.pdf>

Schatzler, M., Lindenthal, T. (2018a): 100 % Biolandbau in Österreich – Machbarkeit und Auswirkungen einer kompletten Umstellung auf biologische Landwirtschaft in Österreich auf die Ernährungssituation sowie auf ökologische und volkswirtschaftliche Aspekte. Endbericht. Mutter Erde, ORF Wien. https://www.muttererde.at/motherearth/uploads/2018/05/FiBL_gWN_-Bericht_-100P-Bio_Finalversion_21Mai18.pdf

Schatzler, M., Lindenthal, T. (2018b): GESUND, BIO UND GÜNSTIG – GEHT DAS? Auswirkungen eines geänderten Einkaufsverhaltens auf Kosten und Klimawandel. https://www.wwf.at/de/view/files/download/showDownload/?tool=12&feld=download&sprach_connect=3352

Schatzler, M.; Lindenthal, T. (2018c): Analyse der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Österreich – Umwelt- und Tierschutzaspekte. Verfügbar in: <https://www.wien.gv.at/kontakte/ma22/studien/pdf/tierhaltung-analyse.pdf>. Aufgerufen am 14.05.2021.

Schatzler, M., Lindenthal, T. (2019): Österreichische und europäische Alternativen zu Palmöl und Soja aus Tropenregionen – Möglichkeiten und Auswirkungen; Endbericht an Greenpeace. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) Österreich und Zentrum für Globalen Wandel und Nachhaltigkeit (gW/N), Universität für Bodenkultur, Wien, 80 S.

Schatzler, M., Lindenthal, T. (2020): Einfluss von unterschiedlichen Ernährungsweisen auf Klimawandel und Flächeninanspruchnahme in Österreich und Übersee (DIETCCLU). Endbericht Forschungsprogramm StartClim2019, Wien, 51 S.

Schatzler, M., Drapela, T., Lindenthal, T. (2021): Die Auswirkungen des österreichischen Imports ausgewählter Lebensmittel auf Flächenverbrauch, Biodiversität und Treibhausgasemissionen in den Anbauregionen des globalen Südens. Studie im Auftrag von Greenpeace und ORF Mutter Erde. Wien.

Schmitz, D. und Lindenthal, T. (2019): Das BOKU CO₂-Kompensationssystem und seine Nachhaltigkeitswirkungen. GAIA, 28, (3), 318–320.

Schneider, S. (2012): Sekundärstudie Lebensmittelabfälle in Österreich, im Auftrag des BMLFUW.

Schreiter, R., Damme, K. (2017): Legehennenfütterung. Einsatz heimischer Futtermittel. Fütterung schnabel-unkupierter Legehennen. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL).

SIK (Swedish Institute for Food and Biotechnology, 2013): An LCA study of Oatdrinks.

Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, et al. (2007): Agriculture. In Climate Change (2007): Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA;

http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final_pdfs_ar4/Chapter08.pdf

Statistik Austria (2021a): Versorgungsbilanzen für Getreide, Fleisch nach Arten, Eier, Rohmilch und Milchprodukte, Obst. 2014/15 bis 2019/20. Verfügbar in

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/index.html. Aufgerufen am 30.04.2021.

Statistik Austria (2021b): Untersuchte Schlachtungen 2011 bis 2020. Verfügbar in

https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/viehbestand_tierische_erzeugung/schlachtungen/index.html.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. and de Haan, C. (2006): Livestock's long shadow. Environmental issues and options. FAO, Rome. <http://www.fao.org/3/a0701e/a0701e.pdf>

Taylor, R.C., Omed, H., Edward-Jones, G. (2014): The greenhouse emissions footprint of free-range eggs. Poultry Science, 93, 231–237.

Theurl, M. C. (2008): CO₂-Bilanz der Tomatenproduktion: Analyse acht verschiedener Produktionssysteme in Österreich, Spanien und Italien. Social Ecology Working Paper 110, Wien.

Theurl, M. C., Markut, T., Hörtenhuber, S., Lindenthal, T. (2011): Product-Carbon-Footprint von Lebensmitteln in Österreich: biologisch und konventionell im Vergleich. 11. Wissenschaftstagung, Ökologischer Landbau, Gießen, 16.–18. März 2011.

Theurl, M. C., Haberl, H., Erb, K.-H., Lindenthal, T. (2014): Contrasted greenhouse gas emissions from local versus long-range tomato production. Agronomy for Sustainable Development, 34, 593–602.

UBA (2019a): Treibhausgase. Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2019.

<https://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/luft/treibhausgase/>

UBA (2019b): Nahzeitprognose der österreichischen Treibhausgas-Emissionen für 2018. Nowcast 2019, Projektbericht. Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2019.

<https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0701.pdf>

Umweltbundesamt (2021): Freiwillige CO₂-Kompensation. Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/freiwillige-co2-kompensation>

Van Wesemael, D., Vandaele, L., Ampe, B., Cattrysse, H., Duval, S., Kindermann, M., et al. (2019): Reducing enteric methane emissions from dairy cattle: Two ways to supplement 3-nitrooxypropanol. Journal of Dairy Science 102(2), 1780–1787.

- Vereinte Nationen (2019): The future is now. Verfügbar in: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/24797GSDR>. Aufgerufen am 13.05.2021.
- Vermeulen, S. J., Campbell, B. M., Ingram, J. S. I. (2012): Climate change and food systems. Annual Review of Environment and Resources 37, 195–222.
- Virtanen, Y., Kurppa, S., Saarinen, M., Katajajuuri, J.-M., Usva, K., Mäenpää, I., Mäkelä, J., Grönroos, J., and Nissinen, A. (2011): Carbon footprint of food – approaches from national input-output statistics and a LCA of a food portion. Journal of Cleaner Production, Vol. 19, (2011) pp. 1849–1856.
- Wakeland, W., Cholette, S., Venkat, K. (2012): Food transportation issues and reducing carbon footprint. In: Boye, J. I., Arcand, Y. (Hg.): Green Technologies in Food Production and Processing, Food Engineering Series, 211–236.
- Weder, S., Schäfer, C., Keller, M. (2020): Die Gießener vegane Lebensmittelpyramide. Verfügbar in: <https://www.ugb.de/ugb-medien/einzelhefte/klimawandel-clever-handeln/die-giessener-vegane-lebensmittelpyramide/>. Aufgerufen am 12.05.2021.
- Westhoek et al. (2014): Food choices, health and environment: Effects of cutting Europe's meat and dairy intake. Verfügbar in: https://www.researchgate.net/publication/261102547_Food_choices_health_and_environment_Effects_of_cutting_Europe's_meat_and_dairy_intake. Aufgerufen am 10.05.2021.
- Wirz, A., Tennhardt, L., Lindenthal, T., Griese, S., Opielka, M., Peter, S. (2018): Vergleich von ökologischer und konventioneller Landwirtschaft als Beispiel einer vergleichenden Nachhaltigkeitsbewertung landwirtschaftlicher Systeme. TAB-Endbericht. Deutscher Bundestag, Berlin.
- Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL (2015): Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. Kurzfassung des Gutachtens. Berlin.
- Wolbart, N. (2019): Treibhausgasemissionen österreichischer Ernährungsweisen im Vergleich – Reduktionspotentiale vegetarischer Optionen. Verfügbar in: https://boku.ac.at/fileadmin/data/H03000/H73000/H73700/Publikationen/Working_Papers/WP176_Web.pdf. Aufgerufen am 17.05.2021.
- Wolff, V., Alig, M., Nemecek, T., Gaillard, G. (2016): Schlussbericht Projekt Envimeat: Ökobilanz verschiedener Fleischprodukte – Geflügel- Schweine- und Rindfleisch. Revidierte Fassung Dezember 2016. Agroscope. Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften.
- ZAG (2021): Donau Soja für österreichische Legehennen. Verfügbar in: <https://www.zag-online.at/fachthemen-4/>. Aufgerufen am 03.05.2021.
- Zessner et al. (2011): Ernährung und Flächennutzung in Österreich. Verfügbar in: http://iwr.tuwien.ac.at/fileadmin/mediapoolwasserguete/Projekte/GERN/download/Zessner_et_al_2_OEWAW.pdf. Aufgerufen am 11.05.2021.

