



WIFO 

In Auftrag gegeben von:

 Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Regionen und Wasserwirtschaft

Policy Brief: Faktencheck Klimawandel im Agrar- und Ernährungssystem

Konsum- und produktionsbasierte Ansätze
zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen
des Agrar- und Ernährungssektors in Österreich

**Katharina Falkner, Franz Sinabell,
Gerhard Streicher (WIFO),
Martin Schönhart (BOKU)**

Wissenschaftliche Assistenz:
Dietmar Weinberger (WIFO)

November 2023
Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Policy Brief: Faktencheck Klimawandel im Agrar- und Ernährungssystem

Konsum- und produktionsbasierte Ansätze zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen des Agrar- und Ernährungssektors in Österreich

**Katharina Falkner, Franz Sinabell, Gerhard Streicher (WIFO),
Martin Schönhart (BOKU)**

November 2023

**Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Universität für Bodenkultur Wien
Im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und
Wasserwirtschaft**

Begutachtung: Verena Kröner (BOKU)

Wissenschaftliche Assistenz: Dietmar Weinberger (WIFO)

Im vorliegenden Policy Brief werden konsum- und produktionsbasierten Zugänge gegenübergestellt, die gewählt werden können, um die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft und des Agrar- und Ernährungssystems zu verringern. Die produktionsbasierten Emissionen werden am Ort des Entstehens erhoben und in der Treibhausgasinventur jedes Landes nach international vereinbarten Standards erfasst. Die emittierenden Sektoren, darunter die Landwirtschaft und die Industrie sind die primären Adressaten der nationalen Klimapolitiken. In Berechnungen zu den konsumbasierten Emissionen werden jene Emissionen mitgezählt, die im Ausland entstehen, wenn importierte Güter im Inland konsumiert werden. In vielen wohlhabenden Ländern, darunter Österreich, sind die Emissionen nach der konsumbasierten Berechnungsmethode höher als jene der produktionsbasierten. Werden emissionsbehaftete Produktionsverfahren in einem Land stillgelegt aber die Güter unverändert nachgefragt und aus dem Ausland importiert, so hängt der globale Nettoeffekt von den Emissionsintensitäten der betrachteten Länder ab. Anhand von Studien in der ökonomischen Literatur werden diese Zusammenhänge am Beispiel Österreich veranschaulicht. Abschließend werden Optionen vorgestellt, um die gesamten mit dem Agrar- und Ernährungssystem im Zusammenhang stehenden Emissionen zu senken.

2023/1/S/WIFO-Projektnummer: 11321

© 2023 Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Universität für Bodenkultur Wien

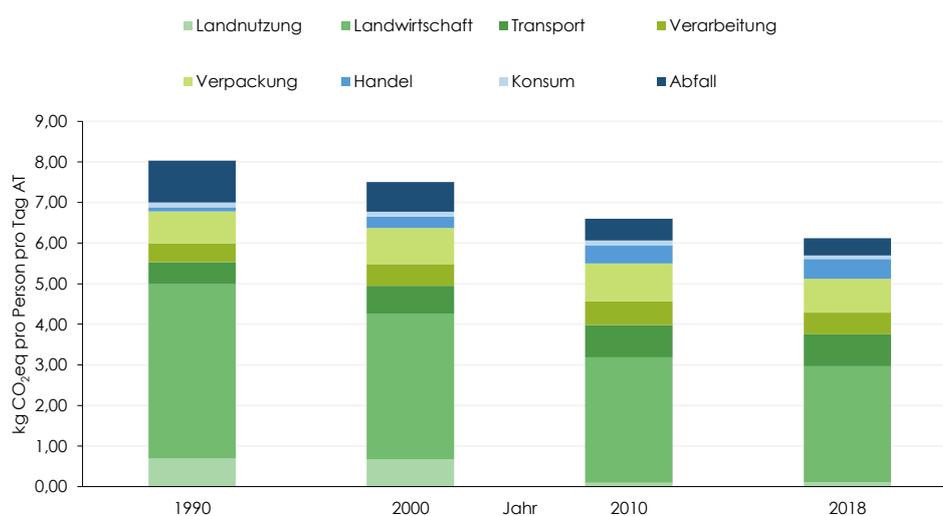
Medieninhaber (Verleger), Herausgeber und Hersteller: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung,
1030 Wien, Arsenal, Objekt 20 • Tel. (+43 1) 798 26 01-0 • <https://www.wifo.ac.at/> • Verlags- und Herstellungsort: Wien

Verkaufspreis: 30 € • Kostenloser Download: <https://www.wifo.ac.at/wwa/pubid/71231>

Kurzfassung

Die Treibhausgasemissionen müssen deutlich gesenkt werden, und zwar in kurzer Zeit. Da vom Markt ausgehende Signale dazu nicht ausreichen, sind politische Eingriffe nötig. Für eine zielgerichtete Gestaltung und Umsetzung der Klimapolitik sind Informationen über die Treibhausgasemissionen unterschiedlicher Sektoren und Güter eine Grundvoraussetzung. In diesem Policy Brief werden konsum- und produktionsbasierte Bilanzierungsmethoden gegenübergestellt. Damit werden Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft und des Agrar- und Ernährungssystems erfasst, um Ansätze zu entwickeln, sie zu verringern. Die Menge der produktionsbasierten Emissionen wird dem Ort des Entstehens zugerechnet und in der Treibhausgasinventur jedes Landes nach international vereinbarten Standards erfasst. Die emittierenden Sektoren, darunter die Landwirtschaft und die Industrie, sind neben dem Energiesektor die primären Adressaten der nationalen Klimapolitiken. Bei den Berechnungen der konsumbasierten Emissionen werden jene Emissionen mitgezählt, die bei der Produktion im Ausland entstehen, wenn importierte Güter im Inland konsumiert werden. In vielen wohlhabenden Ländern, darunter Österreich, sind die Emissionen nach der konsumbasierten Bilanzierungsmethode deutlich höher als jene nach der produktionsbasierten Bilanzierungsmethode. Werden Emissionen durch das Drosseln der Produktion in einem Land verringert, so ist damit nicht unbedingt auch global eine Emissionsenkung verbunden. Das Ausmaß der Reduktion hängt auch vom Konsum ab. Bleibt dieser gleich und wird er durch Produkte aus einem anderen Land gedeckt, so kann der Netto-Effekt sogar ungünstiger sein. Anhand von vorliegenden Studien wird der Effekt der Emissionsverlagerung am Beispiel Österreichs veranschaulicht, wobei der Fokus auf Agrargütern und Nahrungsmitteln liegt. Abschließend werden Maßnahmen vorgestellt, die zu einer Emissionsminderung im Agrar- und Ernährungssystem beitragen.

Emissionen des gesamten Agrar- und Ernährungssystems in Österreich entlang der Wertschöpfungskette gemäß der konsumbasierten Bilanzierungsmethode in kg CO₂äq pro Person pro Tag



Q: WIFO Berechnungen nach Crippa, et al. (2021).

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | Problemstellung und Überblick | 1 |
| 2. | Produktions- und konsumbasierte Emissionen – Methoden und Überblick | 2 |
| 3. | Produktions- und konsumbasierte Bilanzierungsmethoden im Kontext der Emissionsverlagerung (Carbon Leakage) | 8 |
| 4. | Ausgewählte ökonomische Folgewirkungen von Maßnahmen zur Emissionsminderung in der österreichischen Landwirtschaft | 11 |
| 5. | Schlussfolgerungen und Lösungsansätze | 17 |
| 5.1 | Vorbemerkung | 17 |
| 5.2 | Angebotsseitige Maßnahmen national und international | 17 |
| 5.3 | Nachfrageseitige Maßnahmen | 18 |
| | Referenzen | 21 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Treibhausgasemissionen der Sektoren Landwirtschaft (3) sowie Lebensmittel-, Getränke- und Tabakindustrie in Österreich (1.A.2.e) von 1990 bis 2021. | 2 |
| Abbildung 2: Gegenüberstellung des ökologischen Fußabdrucks der Rindfleischproduktion in Österreich und anderen Ländern | 6 |
| Abbildung 3: Gegenüberstellung der Emissionen gemäß konsum- und produktionsbasierter Bilanzierungsmethode in Tonnen CO ₂ äq pro Person und Jahr in DACH-Ländern. | 8 |
| Abbildung 4: Anteil der Emissionen einzelner Glieder der Wertschöpfungskette des Agrar- und Ernährungssystems pro Person und Tag in Österreich gemäß der konsumbasierten Bilanzierungsmethode seit 1990. | 9 |
| Abbildung 5: Die Auswirkung emissionsmindernder Maßnahmen in den Szenarien WEM, WAM, WAM+ und WAM++ auf die Emissionen des Sektors Landwirtschaft in Österreich bis 2050. | 13 |
| Abbildung 6: Änderung des Bedarfs an Arbeitskräften in der Landwirtschaft in den Szenarien WEM und WAM++ in den Jahren 2030 und 2040 gegenüber dem Referenz-Szenario WEM im Jahr 2020 in Prozent | 15 |

Verzeichnis der Übersichten

| | |
|---|----|
| Übersicht 1: Mit der Produktion von Lebensmitteln einhergehende Treibhausgasemissionen. | 5 |
| Übersicht 2: Kennzahlen zum ökologischen Fußabdruck von fertigen Mahlzeiten | 7 |
| Übersicht 3: Veränderung der landwirtschaftlichen Produktion in Österreich in den Jahren 2030, 2040 und 2050 in den Szenarien WEM, WAM, WAM+ und WAM++ im Vergleich zum Referenz-Szenario WEM im Jahr 2020 (rd. 8,3 Mrd. EUR) in Prozent. | 14 |
| Übersicht 4: Veränderung der landwirtschaftlichen Produktion in Österreich in den Jahren 2030, 2040 und 2050 in den Szenarien WEM, WAM, WAM+ und WAM++ im Vergleich zum Referenz-Szenario WEM im Jahr 2020 (rd. 8,3 Mrd. EUR) in Prozent. | 16 |

1. Problemstellung und Überblick

Da der Klimawandel vom Menschen verursacht wird, ist es durch Verhaltensänderungen möglich, die Ursachen zu beseitigen oder die Auswirkungen bzw. die Schäden zumindest maßgeblich zu verringern. Menschen benötigen zum Überleben nicht nur intakte Umwelt- und Klimabedingungen, sondern auch Nahrung. Da mit der Nahrungs- und Güterproduktion klimaschädigende Emissionen einhergehen, auf sie aber nur beschränkt verzichtet werden kann, stehen die Menschen vor der Herausforderung diesen Zielkonflikt zu lösen. Die Klimapolitik hat dazu konkrete Vorgaben formuliert, und zwar eine netto-klimaneutrale Wirtschaft bis zum Jahr 2040 in Österreich (BKA Österreich, 2020) und 2050 in der EU (European Council, 2019).

Netto-klimaneutral bedeutet zwar, dass weiterhin Treibhausgase emittiert werden dürfen, aber im Gegenzug eine gleich große Menge an Treibhausgasen durch natürliche Prozesse (z.B. Aufbau von Kohlenstoffvorräten in Böden, lebender Biomasse oder dauerhaften Holzprodukten) oder technische Lösungen (CCS, Carbon Capture and Storage) aus der Atmosphäre entzogen wird. Viele Güter und Dienstleistungen können bereits mit bestehender Technologie klimafreundlicher bereitgestellt werden, etwa Mobilität mit elektrischem Antrieb aus erneuerbarer Energie oder Wohnen in einem Passivhaus. Auch eine klimaschonendere und sogar gesündere Ernährung ist möglich, z.B. durch die Reduktion des Konsums tierischer Produkte oder die Verringerung von Lebensmittelabfällen (Creutzig et al., 2022). Länder tragen in unterschiedlichem Ausmaß zum wachsenden Problem des Klimawandels bei, werden unterschiedlich stark von den Auswirkungen betroffen sein und verfügen über unterschiedliche Möglichkeiten und Ressourcen zur Emissionsminderung. Zum Beispiel erzeugen große Teile der Weltbevölkerung ihre Nahrung in Subsistenzwirtschaft und belasten mit ihrem Ernährungsverhalten das Klima kaum. Anders ist die Situation in industrialisierten Ländern, in denen eine Landwirtschaft betrieben wird, die auf viele Vorleistungen (darunter fossile Kraftstoffe, Mineraldünger) angewiesen ist, deren Lebensmittelverarbeitung, die nötigen Transporte sowie die Lagerung von Nahrungsmitteln derzeit hohen fossilen Energieeinsatz erfordert, und deren Gesellschaft hohe Mengen an tierischen Produkten konsumiert (Sun et al., 2022).

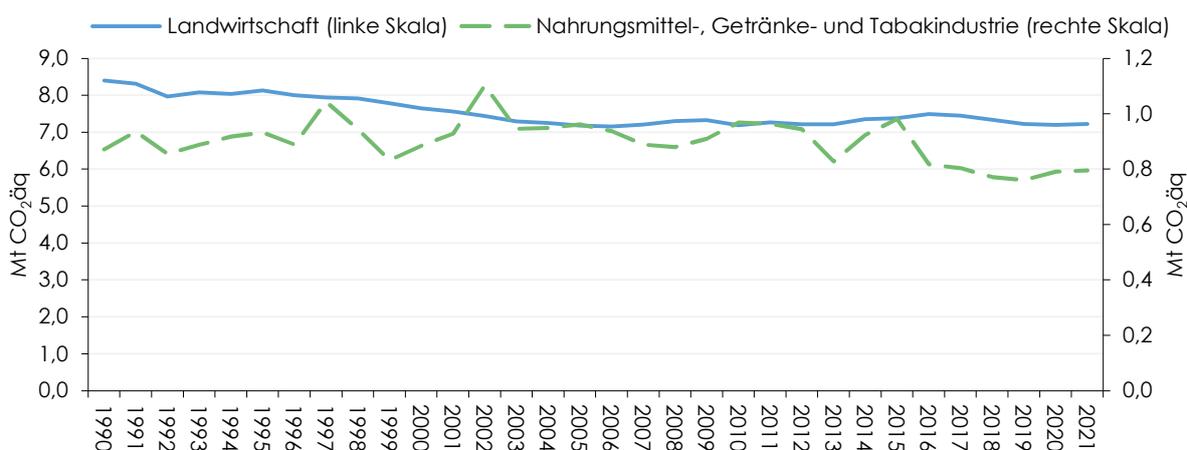
Um geeignete Ansatzpunkte für deutliche Emissionsreduktionen zu finden, bedarf es eines Überblicks über die Zusammenhänge zwischen Landwirtschaft, Ernährung und Treibhausgasemissionen. Dazu ist eine umfassende Betrachtung vorteilhaft, weil neben dem Klimaschutz die Bewahrung natürlichen Ressourcen, die Gewährleistung des Biodiversitätserhalts und intakter Böden ebenso wichtig sind wie eine nachhaltige Versorgungssicherheit mit Nahrungsmitteln für alle Menschen.

In den folgenden Abschnitten werden Bilanzierungsmethoden vorgestellt, um Treibhausgasemissionen der Produktion und dem Konsum von Gütern zuzurechnen. Die beiden Bilanzierungsmethoden zeigen auf, dass es zwei grundsätzliche Ansatzpunkte gibt, um die Emissionen zu verringern, über die Beeinflussung der Produktion einerseits und der Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen andererseits. Im vorliegenden Policy Brief wird vorwiegend auf Daten aus Österreich zurückgegriffen. Den Abschluss bildet ein Überblick zu Maßnahmen, die ergriffen werden können, um die Treibhausgasemissionen des Agrar- und Ernährungssystems deutlich zu senken.

2. Produktions- und konsumbasierte Emissionen – Methoden und Überblick

In der österreichischen Emissionsinventur (Anderl et al., 2023a, 2023b) werden die Emissionen der Volkswirtschaft jährlich erfasst. Die Ergebnisse werden zur Erfüllung internationaler Berichtspflichten (UNFCCC, 1992; UNECE/CLRTAP; Verordnung (EU) Nr. 525/2013; Richtlinie (EU) 2016/2284) nach internationalen Standards erhoben und berichtet, um die Entwicklung der Treibhausgasemissionen zu dokumentieren. Diese Inventur ist nicht nach Wertschöpfungsketten gegliedert, sondern nach Sektoren. Gemäß dem gemeinsamen Berichtsformat (Common Reporting Format, CRF) umfasst der „Sektor 3 Landwirtschaft (CRF 3)“ sieben Teilsektoren. Die Lebensmittel-, Getränke- und Tabakindustrie (Sektor 1.A.2.e) ist als Teilsektor dem Sektor Industrie (Sektor 1 bzw. CRF 1) zugeordnet. In der nationalen Inventur werden nur diese zwei (Teil-)Sektoren (Sektor 3, Sektor 1.A.2.e) der Wertschöpfungskette von Agrargütern und Lebensmitteln explizit erfasst. Daher können die übrigen mit Produktion, Lagerung, Transport und Zubereitung im Zusammenhang stehenden Emissionen von Lebensmitteln nicht direkt der Inventur entnommen werden. **Die Treibhausgasinventur liefert nur ein partielles Bild über die Emissionen der Wertschöpfungskette von Agrargütern und Lebensmitteln.**

Abbildung 1: Treibhausgasemissionen der Sektoren Landwirtschaft (3) sowie Lebensmittel-, Getränke- und Tabakindustrie in Österreich (1.A.2.e) von 1990 bis 2021.



Q: WIFO Darstellung basierend auf Table A36 und Table 175 in Anderl et al. (2023a).

Hinweis: Treibhausgasemissionen gemäß Richtlinien für die nationale Treibhausgasinventur vom IPCC (2006, 2019).

Die österreichischen Treibhausgasinventur (THG-Inventur; Anderl et al., 2023a) zeigt die Entwicklung der Emissionen seit 1990 sowie den Anteil der Sektoren Landwirtschaft und Lebensmittel-, Getränke- und Tabakindustrie in Österreich (Abbildung 1). Der nationalen THG-Inventur zu Folge wurden in der österreichischen Landwirtschaft im Jahr 2021 7,2 Mt CO₂äq emittiert. Dies entspricht etwas unter 10% der gesamten nationalen Emissionen von 77,5 Mt CO₂äq. Davon entfallen etwa 44% auf Methan (CH₄) aus der enterischen Fermentation in Rindermägen, 25% auf Lachgas-Emissionen (N₂O) aus der Düngung landwirtschaftlicher Böden sowie 14% auf CH₄ und N₂O-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement. **Die Treibhausgasemissionen aus der österreichischen Landwirtschaft sind seit 1990 um 14% gesunken (Stand: 2021), wobei die**

landwirtschaftliche Flächennutzung und Zahl der Nutztiere in diesem Zeitraum ebenfalls abgenommen haben (Anderl et al., 2023a).

Um die Emissionen global zu senken, die Auswirkungen des Klimawandels zu minimieren und (rechtlich verbindliche) internationale Abkommen – wie das Abkommen von Paris (United Nations, 2015) aus dem Jahr 2015 – zu erreichen, stehen unterschiedliche (politische) Instrumente zur Verfügung. Eines der zentralen Klimaschutzinstrumente der EU ist das EU-Emissionshandelssystem (siehe Infobox 1), in dem jedoch aktuell nur die Emissionen der Sektoren Energie, Industrie und Luftverkehr enthalten sind. **Die Emissionen aus der Landwirtschaft sind nicht Teil des Emissionshandelssystems, sondern Teil der so genannten Lastenteilung. Nicht durch einen Preis auf Emissionen, sondern durch konkrete Klimaschutzmaßnahmen werden Emissionen in diesen Sektoren verringert.**

Infobox 1: EU-Emissionshandelssystem und Lastenteilung

Das EU-Emissionshandelssystem (EU-EHS; engl. EU-Emission Trading System, EU-ETS; RL 2003/87/EG i.d.g.F., 2023) ist das weltweit größte System für den Handel mit Treibhausgaszertifikaten und seit 2005 ein zentrales Klimaschutzinstrument der EU. Es funktioniert nach dem sogenannten „Cap and Trade“ Prinzip: Vor Beginn einer Handelsperiode wird eine Obergrenze („Cap“) festgelegt, die den gesamten Ausstoß an Treibhausgasemissionen (THGe) der handelspflichtigen Unternehmen festlegt. Diese Emissionszertifikate werden Unternehmen im EU-ETS zugeteilt – teilweise kostenlos, teilweise über Versteigerungen – und erlauben den Ausstoß von Emissionen eines bestimmten Gases (in 1 t CO₂äq). Unternehmen, die eine geringere Menge emittieren als berechtigt (z.B. aufgrund technischer Anpassungen), können überschüssige Zertifikate am Markt verkaufen („Trade“). Umgekehrt können Unternehmen, die mehr als die vorgesehene Menge emittieren, zusätzliche Zertifikate am Markt kaufen. Durch diesen Handel bildet sich der Preis für Emissionszertifikate und damit den Ausstoß von THGe. Damit bietet das EU-ETS den betroffenen Unternehmen mehr Flexibilität und Freiheit als klassische Umweltnormen, welche für einzelne Anlagen fixe (Emissions-) Grenzwerte festlegen. Derzeit fallen die Sektoren Energie, Industrie und Luftverkehr in den EU-ETS Bereich, wodurch etwa 36% der gesamten THGe in der EU erfasst sind (Eurostat, 2023).

Nicht alle Sektoren sind allerdings Teil des EU-ETS (unter Nicht-ETS Sektoren fallen: Gebäude, Verkehr ohne Flugverkehr, Landwirtschaft und Abfall). Diese Sektoren unterliegen der seit 2013 geltenden Lastenteilung (engl. effort-sharing regulation; (EU) 2020/2126, 2021) und sind für fast 60% der gesamten THGe in der EU verantwortlich. Über die Lastenteilungsverordnung werden für die EU-Mitgliedsstaaten verbindliche THG-Reduktionsziele definiert. Bis 2030 müssen die EU-weiten Emissionen für nicht-ETS Sektoren um 30% gegenüber 2005 reduziert werden. Der Beitrag bzw. das Reduktionsziel einzelner Mitgliedsstaaten wird dabei über das Pro-Kopf-BIP definiert, d.h. für Mitgliedsstaaten mit einem höheren Pro-Kopf-BIP (einkommensstärkere Mitgliedsstaaten) gelten höhere Reduktionsziele. Österreichs Reduktionsziel liegt bei -48% ohne ETS-Flexibilität (vgl. BMK, 2023). Unter Nutzung der ETS-Flexibilität liegt das Ziel bei -46 % bis 2030 (gegenüber 2005).

Die ETS-Flexibilität nach Art. 6 der Lastenteilungsverordnung ermöglicht Österreich jährlich, während der Verpflichtungsperiode 2021-2030, eine Menge aus den der Republik Österreich zustehenden Versteigerungsrechten im EU-ETS im Ausmaß von je 2% der Emissionen aus dem Jahr 2005 in den Bereich der Lastenteilung zu transferieren. In Summe stehen Österreich somit etwa 11,4 Mio. t CO₂äq aus der ETS-Flexibilität zur Verfügung. Diese Menge kann nach Bedarf auf die einzelnen Jahre der Verpflichtungsperiode verteilt werden.

Auf Basis der THG-Inventur erfasste Emissionen werden als **produktionsbasiert** bezeichnet (siehe Infobox 2), da die Emissionen dem Ort des Entstehens, d.h. der Produktion von Gütern, zugerechnet werden. Mit geeigneten Methoden können Ergebnisse der THG-Inventur aus Sektoren, wie Transport und Lagerung, herangezogen werden, um die mit der Produktion von Agrargütern und Lebensmitteln einhergehenden Emissionen zu quantifizieren. Werden diese Emissionen entlang aller Verarbeitungsschritte erhoben und addiert (z.B. von der Kuhmilch am Bauernhof bis zur pasteurisierten und verpackten Trinkmilch im Lebensmittelhandel) und werden zusätzlich dazu die eingesetzten Vorleistungen (z.B. Futter, Treibstoffe, Kühlung) erfasst, spricht man von einer **Lebenszyklusanalyse** (engl. life-cycle-assessment; auch Ökobilanz, **ökologischer Fußabdruck**, engl. carbon foodprint). Die Lebenszyklusanalyse ist somit eine Bilanzierungsmethode zur Quantifizierung der Emissionen während des gesamten Lebenszyklus von Lebensmitteln, d.h. von der Rohstoffgewinnung bis zu Abfallentsorgung. Solche Auswertungen auf Produktebene geben folglich einen Einblick in **alle** mit der Produktion eines Gutes einhergehenden Emissionen. Die Analysen decken häufig nicht nur die Treibhausgasemissionen ab, sondern auch den Ressourcenverbrauch (Wasser, Land) und Umweltauswirkungen. Die Grundsätze und Regeln zur Durchführung von Ökobilanzen sind standardisiert (ISO 14040). Häufig wird der Einzelhandel als Schnittstelle der Bewertung gewählt (Übersicht 1). Für ein vollständiges Bild, der mit Produktion und Konsum in Verbindung stehenden Emissionen müssen auch der Transport zum Haushalt, die Zubereitung und Abfallbehandlung berücksichtigt werden. **Zahlreiche Studien zu Lebenszyklusanalysen zeigen, dass die Herstellung von Lebensmitteln aus Getreide, Obst und Hülsenfrüchten geringe Emissionen verursachen. Durch lange Transportwege entstehen höhere Emissionen. Tierische Produkte, vor allem Fleisch von Wiederkäuern, gehen mit hohen Emissionen einher.**

Infobox 2: produktionsbasierte vs. konsumbasierte Bilanzierungsmethode

Treibhausgasemissionen (THGe) werden nach dem Bilanzierungsprinzip des UNFCCC „**produktionsbasiert**“ ermittelt. Bei dieser Bilanzierungsmethode handelt es sich um eine territoriale Berechnungsmethode (Systemgrenze: national), d.h. es werden alle THGe betrachtet, die bei der Produktion von Gütern innerhalb eines Landes entstehen (produziert werden), unabhängig davon, ob diese exportiert werden. Für die Berechnung der produktionsbasierten THGe gibt es international anerkannte Standards des Weltklimarates (IPCC, 2006, 2019). Sie wird für die Meldung nationaler Emissionen angewendet, d.h. in der nationalen THG-Inventur, und findet Anwendung in internationalen Abkommen und bei der Festlegung internationaler und nationaler Ziele (vgl. auch Anderl et al., 2022).

Neben der produktionsbasierten Berechnung, können THGe auch „**konsumbasiert**“ betrachtet werden – man spricht hier oft auch vom THG-Fußabdruck (Giljum, 2018; Wiedmann et al., 2015). Bei der konsumbasierten Bilanzierung werden alle entlang der Wertschöpfungskette entstehenden THGe der innerhalb eines Landes konsumierten Güter (Endkonsum) betrachtet – unabhängig von der räumlichen Trennung von Produktion und Konsum bzw. unabhängig von Sektoren – und die THGe um den Handel bereinigt. Das heißt, es werden alle THGe bilanziert, die (österreichische) Konsumenten und Konsumentinnen auf globaler Ebene erzeugen. Dadurch ist die Systemgrenze global. Dazu muss verfolgt werden, welche Güter weltweit gehandelt werden und alle THGe einbezogen werden, die bei der Herstellung, Verarbeitung und beim Transport importierter Güter entstehen. Umgekehrt müssen alle THGe abgezogen werden, die bei der Herstellung von Gütern entstehen, die exportiert werden. Diese müssen im jeweiligen Importland bilanziert werden.

Übersicht 1: **Mit der Produktion von Lebensmitteln einhergehende Treibhausgasemissionen.**

| Lebensmittel | Median | Mittelwert | Std Abw. | Min | Max | Anzahl Studien | |
|---------------------------------------|---|------------|----------|-------|--------|----------------|------|
| | kg CO ₂ äq pro kg Lebensmittel | | | | | LZA | THGP |
| Gemüse (Freiland) | 0,37 | 0,47 | 0,39 | 0,04 | 2,54 | 33 | 140 |
| Obst (Freiland) | 0,42 | 0,50 | 0,32 | 0,08 | 1,78 | 77 | 250 |
| Mandelgetränk, Kokosmilch | 0,42 | 0,42 | 0,03 | 0,39 | 0,44 | 1 | 4 |
| Getreideprodukte | 0,50 | 0,53 | 0,22 | 0,11 | 1,38 | 31 | 90 |
| Leguminosen und Hülsenfrüchte | 0,51 | 0,66 | 0,45 | 0,15 | 2,46 | 16 | 51 |
| Sojagetränk | 0,75 | 0,88 | 0,27 | 0,66 | 1,40 | 2 | 8 |
| Glashausobst und -gemüse – unbeheizt | 1,10 | 1,02 | 0,49 | 0,32 | 1,94 | 5 | 15 |
| Baumnüsse | 1,20 | 1,42 | 0,93 | 0,43 | 3,77 | 7 | 21 |
| Milch | 1,29 | 1,39 | 0,58 | 0,54 | 7,50 | 77 | 262 |
| beheiztes Gewächshausobst und -gemüse | 2,13 | 2,81 | 1,61 | 0,84 | 7,40 | 18 | 53 |
| Reis | 2,55 | 2,66 | 1,29 | 0,66 | 5,69 | 12 | 27 |
| Eier | 3,46 | 3,39 | 1,21 | 1,30 | 6,00 | 19 | 38 |
| Fisch: alle Arten zusammen | 3,49 | 4,41 | 3,62 | 0,78 | 20,86 | 47 | 148 |
| Huhn | 3,65 | 4,12 | 1,72 | 1,06 | 9,98 | 29 | 95 |
| Schlagobers | 5,64 | 5,32 | 1,62 | 2,10 | 7,92 | 3 | 4 |
| Schweinefleisch: Weltdurchschnitt | 5,77 | 5,85 | 1,63 | 3,20 | 11,86 | 38 | 130 |
| Krabben/Garnelen | 7,80 | 14,85 | 12,37 | 5,25 | 38,00 | 7 | 11 |
| Käse | 8,55 | 8,86 | 2,07 | 5,33 | 16,35 | 22 | 38 |
| Butter | 9,25 | 11,52 | 7,37 | 3,70 | 25,00 | 4 | 8 |
| Lamm | 25,58 | 27,91 | 11,93 | 10,05 | 56,70 | 22 | 56 |
| Rindfleisch: Weltdurchschnitt | 26,61 | 28,73 | 12,47 | 10,74 | 109,50 | 49 | 165 |

Q: Tab. 4 und Tab. 9 aus Clune et al. (2017);

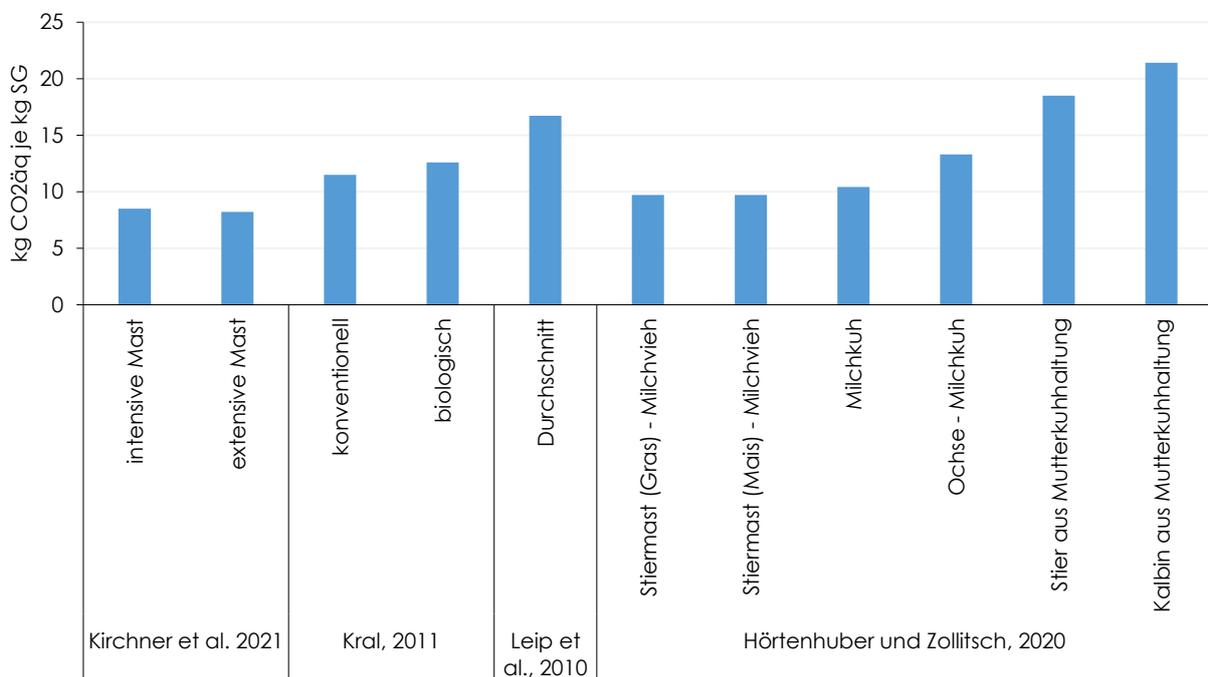
Hinweise: LZA = Lebenszyklusanalyse; THGP = Treibhausgaspotential; Std. Abw. = Standardabweichung. Hinweis: siehe Übersicht 2 für eine Allokation von THG-Äquivalenten auf Nährstoffe.

Übersicht 1 weist bei Rindfleisch den Mittelwert und Median der Treibhausgasemissionen im "Weltdurchschnitt" aus. Die Bandbreite von 10,74 (Min) bis 109,50 kg (Max) CO₂äq pro kg zeigt, dass es sehr große Abweichungen innerhalb der Studien gibt, die im Literaturüberblick von Clune et al. (2017) berücksichtigt werden. Die großen Unterschiede sind unter anderem auf die global sehr heterogenen Produktionsverfahren und -bedingungen zurückzuführen. Zudem ist beim Vergleich verschiedener Studienergebnisse nicht sichergestellt, dass die Systemgrenzen, die bei den Berechnungen gewählt wurden, gleich sind. Zur Interpretation der Ergebnisse müssen diese Systemgrenzen bekannt sein und beachtet werden. **Um Vor- und Nachteile verschiedener Güter bzw. Produktionsvarianten im Hinblick auf ihre Treibhausgaswirkung gegenüberzustellen, sind anerkannte, standardisierte Methoden sowie die Wahl der gleichen Systemgrenzen notwendig.**

Ein weiteres Beispiel für einen Vergleich der Rindfleischproduktion in verschiedenen Ländern ist die Studie von Kirchner et al. (2021). Die Autoren vergleichen wie viele Treibhausgasemissionen in verschiedenen Ländern bei der Produktion, Verarbeitung, Kühlung und beim Transport von Rindfleisch entstehen, bis dieses im Lebensmittelhandel verfügbar ist. Die Ergebnisse zeigen Bandbreiten von knapp unter 10 kg CO₂äq je kg Rindfleisch bis mehr als doppelt so viel (Abbildung 2). Ein zentraler Unterschied zwischen Produktionssystemen ist die Fütterung der Nutztiere.

Diese ist teils sehr intensiv (Stiermast mit Maissilage), teils extensiv (Jungrind in der Mutterkuhhaltung). Die Emissionen der Produktionsverfahren in Österreich sind im internationalen Vergleich niedrig. Dies ist vor allem darauf zurückzuführen, dass in der Rindermast viel Silage eingesetzt wird und der Kraftfutterbedarf zu einem großen Teil über industriellen Nebenprodukten gedeckt wird. **Der ökologische Fußabdruck von Rindfleisch aus Österreich ist im internationalen Vergleich niedrig. Doch selbst in Österreich sind die Produktionsverfahren zur Rindfleischproduktion sehr heterogen und die Emissionen von Rindfleisch unterscheiden sich um mehr als das Doppelte, bezogen auf ein Kilogramm Schlachtgewicht.**

Abbildung 2: Gegenüberstellung des ökologischen Fußabdrucks der Rindfleischproduktion in Österreich und anderen Ländern



Q: WIFO Darstellung basierend auf Kirchner et al. (2021), Kral (2011); Leip et al. (2010) und Hörtenhuber und Zollitsch (2020).

Hinweise: SG = Schlachtgewicht; Werte ohne LULUCF.

Die bisher vorgestellten Studien zeigen Ergebnisse für einzelne Lebensmittel. Fertige Mahlzeiten werden aber aus verschiedenen Lebensmitteln zubereitet. Mit Lebenszyklusanalysen können die mit dem Verzehr von fertigen Mahlzeiten einhergehenden Emissionen und der Ressourcenverbrauch quantifiziert und vergleichbar gemacht werden (vgl. Lukas et al., 2016). Der ökologische Fußabdruck einer fertigen Mahlzeit setzt sich dabei aus den Anteilen einzelner Lebensmittel zusammen. **In Verbindung mit Angaben zum Nährwert oder den Inhaltsstoffen der Speisen (z.B. Eiweißgehalt; vgl. Übersicht 2) können Verbraucherinnen und Verbraucher über wichtige Umweltauswirkungen ihres Ernährungsverhaltens systematisch und umfassend informiert werden.**

Übersicht 2: Kennzahlen zum ökologischen Fußabdruck von fertigen Mahlzeiten

| | Kalorien | Salz | Ballast- stoffe | gesättigte Fettsäuren | Material- Fußabdruck | CO ₂ äq | Wasser- bedarf | Flächen- bedarf |
|----------------------------------|----------|------|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | kcal | g | g | g | g | g | l | m ² |
| Spaghetti Bolognese | 881 | 3,6 | 8,4 | 9,4 | 2.830 | 960 | 950 | 2,19-3,45 |
| Currywurst mit Pommes | 1.347 | 5,6 | 6,6 | 30,7 | 2.010 | 590 | 806 | 1,78-2,16 |
| Rindsrouladen | 587 | 2,3 | 4,1 | 6,8 | 6.760 | 2.610 | 2128 | 5,14-9,13 |
| gemischter Salat mit Baguette | 494 | 1,6 | 6,7 | 4,6 | 1.060 | 240 | 220 | 0,68 |
| Fischgericht | 510 | 2,6 | 5,8 | 14,7 | 1.680 | 620 | 820 | 0,66-0,68 |
| Gemüselasagne | 402 | 2,7 | 6,8 | 6,5 | 1.570 | 500 | 276 | 0,56-0,92 |
| Chili sin carne (vegan) | 360 | 2,3 | 14,1 | 0,4 | 880 | 210 | 616 | 0,3 |
| Kartoffelpuffer | 1.071 | 1,6 | 11,7 | 10,8 | 1.180 | 250 | 183 | 0,49-0,55 |

Q: WIFO Übersetzung nach Lukas et al. (2016).

Weitere Studien zeigen den Einfluss unterschiedlicher Ernährungsformen auf die Emissionen und den Flächenverbrauch. Zum Beispiel finden Lauk et al. (2022), dass Wienerinnen und Wiener, die mit ihrer Ernährung verbundenen Emissionen bereits durch die Reduktion der überschüssigen Kalorienzufuhr (von ca. 3.100 kcal/Tag auf ca. 2.600 kcal/Tag) um 16% bzw. etwa 0,37 Mt CO₂äq pro Jahr senken können. Laut dieser Studie bietet ein Umstieg auf eine rein pflanzliche (vegane) Ernährung das größte Reduktionspotenzial (-57%). Hingegen kompensiert ein hoher Anteil an Milchprodukten bei geringem bis keinem Fleischkonsum (ovo-lacto-vegetarisch) die auf die Reduktion des Fleischkonsums zurückzuführende Emissionsminderung teilweise. Somit führt diese Empfehlung der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung (ÖGE) zu einem deutlich geringeren Emissionsreduktionspotenzial als eine rein pflanzliche Ernährung. **Ein klimafreundliches, nachhaltiges Ernährungsverhalten senkt die Emissionen und hat gleichzeitig einen positiven Einfluss auf den globalen Landverbrauch, die menschliche Gesundheit und die Ernährungssicherheit.**

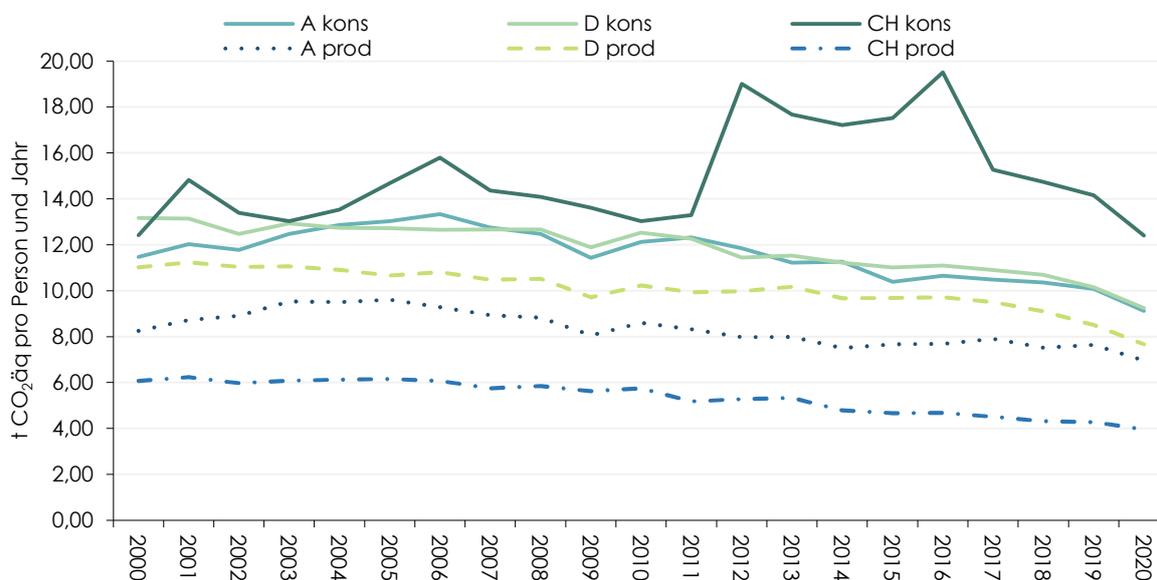
Konsum- und produktionsbasierte Bilanzierungsmethoden sind somit zwei Seiten einer Medaille. In einem ersten Schritt werden die mit der (Ur-) Produktion eines Gutes im Zusammenhang stehenden Emissionen erfasst. Über die gesamten Wertschöpfungsketten werden die einzelnen Produktionsschritte verfolgt, bis aus Halbfertigwaren fertige Konsumgüter werden. Zur vollständigen Erfassung der mit dem Konsum einhergehenden Emissionen sind Transport, Lagerung und – im Fall von Lebensmittel – auch die Zubereitung mit zu berücksichtigen. Die tatsächlich mit dem Verbrauch von Gütern einhergehenden Emissionen hängen zu einem großen Teil vom Verhalten der Verbraucherinnen und Verbraucher ab. Bei einer vollständigen Lebenszyklusanalyse – von der Wiege bis zur Bahre (cradle-to-grave) – ist auch die Abfallbehandlung zu erfassen. **Werden Lebensmittel zwar gekauft, aber dann nicht verzehrt, entstehen unnötige Emissionen – sowohl bei der Produktion als auch der Abfallbehandlung. Die Vermeidung von Lebensmittelverschwendung ist daher eine wichtige Maßnahme für den Klimaschutz.**

3. Produktions- und konsumbasierte Bilanzierungsmethoden im Kontext der Emissionsverlagerung (Carbon Leakage)

Niedrigere Lohnniveaus und Rohstoffkosten, die zunehmende Offenheit für internationalen Handel und geringere Umweltvorschriften führen zu einer Auslagerung kohlenstoffintensiver Produktion und einer Emissionsverlagerung aus den entwickelten Volkswirtschaften in die Entwicklungsländer (Peters et al., 2011; Mendez-Parra, et al., 2020). Mit dieser Zunahme internationaler Handelsverflechtungen gewinnt eine konsumbasierte Bilanzierung an Bedeutung. **Ein IPCC-Bericht (2022) zeigt, dass 35% der globalen konsumbasierten Emissionen auf die Industriestaaten zurückzuführen sind. Sie betragen im Jahr 2018 etwa 12,9 Gt CO₂.**

Österreich – wie auch die Schweiz – zählt im europäischen Vergleich zu den Ländern mit der größten Diskrepanz zwischen konsum- und produktionsbasierten Emissionen (Our World in Data, 2023 nach Friedlingstein et al., 2022). Gemäß der konsumbasierten Bilanzierungsmethode liegen die Gesamtemissionen in Österreich um ca. 54% über jenen nach der produktionsbasierten Bilanzierungsmethode (Steininger et al., 2018), d.h. viele der konsumierten Güter und damit verbundene Emissionen werden importiert. In der Schweiz sind die Emissionen gemäß konsumbasierter Bilanzierung um ein Drittel höher als in Österreich. Hingegen sind die in der Schweizer THG-Inventur berechneten produktionsbasierten Emissionen pro Kopf um 45% niedriger als in Österreich. **Die Gesamtemissionen pro Kopf nach der konsumbasierten Bilanzierung sind in wohlhabenden Ländern wie Österreich deutlich höher als die Emissionen gemäß produktionsbasierter Bilanzierung.**

Abbildung 3: Gegenüberstellung der Emissionen gemäß konsum- und produktionsbasierter Bilanzierungsmethode in Tonnen CO₂äq pro Person und Jahr in DACH-Ländern.

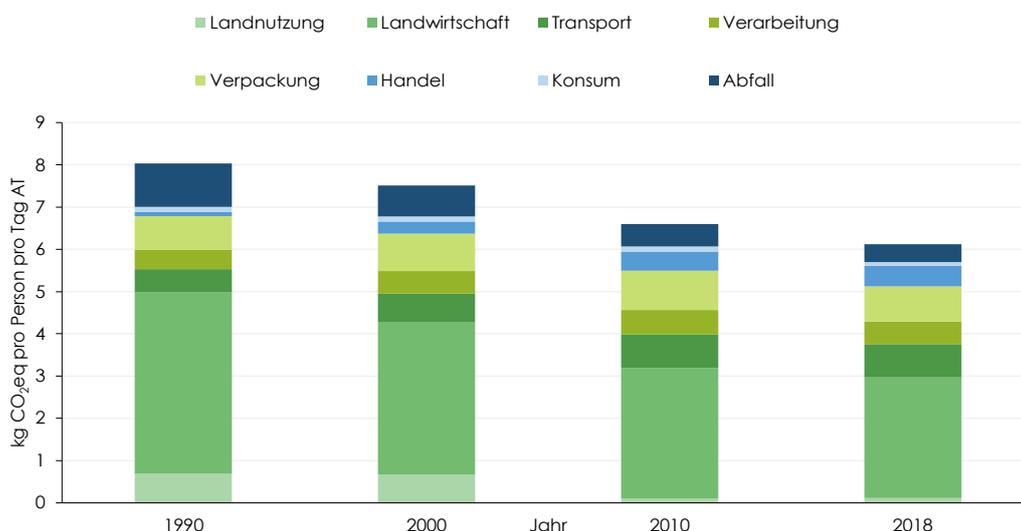


Q: WIFO Berechnungen nach Our World in Data (2023, basierend auf Friedlingstein et al. 2022); Hinweis: kons = konsumbasierte Berechnung; prod = produktionsbasierte Berechnung; A = Österreich; D = Deutschland; CH = Schweiz.

Etwa ein Drittel der konsumbasierten Emissionen Österreichs entstehen in anderen EU-Mitgliedsstaaten und ein weiteres Drittel außerhalb der EU – vorwiegend in China, Russland und den USA (Steininger et al., 2018). Wie Daten von Our World in Data (2023 nach Friedlingstein et al., 2022) zeigen, haben die produktions- und konsumbasierten Emissionen im letzten Jahrzehnt in Österreich, wie auch in Deutschland, abgenommen. **Ein wesentlicher Grund für die Verringerung der konsumbasierten Emissionen liegt darin, dass ein Drittel der nach Österreich importierten Güter aus der EU stammen und die Emissionen in der EU produzierter Güter abgenommen haben.**

Neben der Verwendung der Lebenszyklusanalyse für die Berechnung der Emissionen einzelner Produkte oder fertiger Gerichte sind auch Auswertungen für die gesamte Wertschöpfungskette des Agrar- und Ernährungssystems möglich. Berechnungen von Crippa et al. (2021) zeigen, wie sich die konsumbasierten Emissionen im Laufe der Zeit in den verschiedenen Ländern entwickelt haben. Die Ergebnisse sind in einer Datenbank des IPTS (Institute for Prospective Technological Studies) verfügbar und können auf unterschiedliche Weise ausgewertet werden.¹ **Abbildung 4 zeigt den Anteil der Emissionen einzelner Glieder der Wertschöpfungskette des Agrar- und Ernährungssystems pro Person und Tag in Österreich gemäß der konsumbasierten Bilanzierungsmethode. Welcher Anteil der Emissionen in Österreich oder im Ausland entstanden ist, kann anhand dieser Daten nicht unterschieden werden. Die Darstellung zeigt, dass die Emissionen der gesamten Wertschöpfungskette des Agrar- und Ernährungssystems von 8 kg CO₂äq pro Person und Tag im Jahr 1990 auf knapp 6 kg im Jahr 2018 abgenommen haben. Diese Daten beziehen sich auf den Konsum von Lebensmitteln in Österreich.**

Abbildung 4: Anteil der Emissionen einzelner Glieder der Wertschöpfungskette des Agrar- und Ernährungssystems pro Person und Tag in Österreich gemäß der konsumbasierten Bilanzierungsmethode seit 1990.



Q: WIFO Berechnungen nach Crippa, et al. (2021).

¹ siehe dazu: <https://edgar.jrc.ec.europa.eu/>

Vor allem die Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft und der Abfallbehandlung haben in den letzten drei Jahrzehnten deutlich abgenommen. Die Emissionen aus der Verarbeitung in der Lebensmittelindustrie und dem -gewerbe sind im gleichen Zeitraum leicht gestiegen, da zunehmend außer Haus und Fertiggerichte konsumiert werden. Dementsprechend sind auch die Emissionen aus Transport, Verpackung und Handel pro Person und Tag zwischen 1990 und 2018 gestiegen. **Zählt man die Emissionen aus Verarbeitung, Verpackung und Handel zusammen, so steigen diese in Österreich pro Person und Tag von 1,9 kg CO₂äq im Jahr 1990 auf 2,6 kg CO₂äq im Jahr 2018.**

Das Ernährungsverhalten und die Art und Menge konsumierter Güter haben sich in den letzten Jahren zum Teil deutlich verändert. Im Jahr 1990 wurden in Österreich pro Person jährlich 22 kg Rindfleisch konsumiert, im Jahr 2018 waren es 18 kg pro Person, also nahezu um 20% weniger. Der Konsum von Geflügelfleisch hat im gleichen Zeitraum von 13 kg auf 21 kg pro Person und Jahr, also um etwa 62%, zugenommen.² Die mit dem abnehmenden Rindfleischverbrauch einhergehende Reduktion konsumbasierter Emissionen wird teilweise durch Emissionen aus dem steigenden Konsum von Geflügelfleisch kompensiert. Die in der Landwirtschaft erzielte Emissionsminderung (1,4 kg CO₂äq pro Person und Tag; Abbildung 4) wird durch einen Anstieg in den nachfolgenden Gliedern der Wertschöpfungskette (plus 0,7 kg CO₂äq pro Person und Tag) teilweise kompensiert. Grund dafür ist, dass nun mehr Güter häufiger verpackt, transportiert, verarbeitet, konserviert und vermarktet werden. **Änderungen der Ernährungsverhaltens können sowohl zu einer Emissionsminderungen als auch einem Emissionsanstieg führen. Daher sind nicht nur die Emissionen der gesamten Wertschöpfungskette einzelner Güter zu beachten, sondern die Gesamtheit konsumierter Güter.**

Mit wachsender Bevölkerung in Österreich geht die Frage der Versorgungssicherheit einher. Die österreichische Agrarproduktion stagniert und es wächst der Bedarf, Lebensmittel aus dem Ausland zu beziehen. In welchem Land die in Abbildung 4 dargestellten Emissionen entstehen, ist aus der Datenquelle nicht ablesbar. **Angenommen, die Agrarproduktion im Inland sinkt und somit sinken die damit verbundenen Emissionen und werden die im Inland nicht mehr erzeugten Agrargüter durch Produktionsausweitungen im Ausland ersetzt, so steigen dort die Emissionen. Man spricht in diesem Fall von Emissionsverlagerung (Carbon Leakage).**

² Unterstellt man eine Emission von 12 kg CO₂äq je kg Rindfleisch im Jahr 2018 bzw. 15 kg CO₂äq je kg Rindfleisch im Jahr 1990, so verringerte sich der Rindfleisch-bezogene Fußabdruck von 330 auf 216 kg CO₂äq pro Person im Jahr 2018, also eine Verringerung von 114 kg CO₂äq pro Person. Unterstellt man bei Geflügelfleisch Emissionsfaktoren von 4 bzw. 3,5 kg CO₂äq je kg Geflügelfleisch, so kam es in der gleichen Periode zu einer Zunahme von 22 kg CO₂äq konsumbasierte Emissionen pro Person.

4. Ausgewählte ökonomische Folgewirkungen von Maßnahmen zur Emissionsminderung in der österreichischen Landwirtschaft

Da die Zielwerte der Klimapolitik in der Zukunft liegen, ist es zweckmäßig und für die EU-Mitgliedsstaaten verpflichtend, neben der „rückblickenden“ Treibhausgasinventur, **anhand von Szenarien regelmäßig die erwarteten Emissionen für die Jahre 2030 bis 2050 zu berichten** (Regulation (EU) 2018/1999). Im Rahmen dieser Berichterstattung werden vom Umweltbundesamt (UBA) Szenarien zu Klimaschutzmaßnahmen und -politiken in der österreichischen Landwirtschaft entwickelt und deren Auswirkungen sowohl in Bezug auf die Emissionen als auch ökonomisch bewertet. Damit werden der Öffentlichkeit und politischen Entscheidungsträgern und Entscheidungsträgerinnen quantitative Informationen über mögliche Entwicklungen des österreichischen Agrarsektors zur Verfügung gestellt.

Mit Hilfe eines Agrarsektormodells (siehe Infobox 3) **werden die Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen und -politiken auf die österreichische Landwirtschaft in den Jahren 2030 bis 2050 untersucht.** Im Modell werden die beobachtete, regionale (NUTS-3) Ressourcen- und Produktionsausstattung, der abnehmende Trend der Ackerfläche in Österreich (Annahme: von 1,325 Mio. 2020 auf 1,218 Mio. Hektar im Jahr 2050), ein Anstieg der Milchleistung (Annahme: von 7.290 kg Jahr⁻¹ 2020 auf 9.500 kg Jahr⁻¹ im Jahr 2050) sowie Preisprognosen bis 2031 der OECD und FAO (2022) berücksichtigt. Im Fokus der Analyse stehen die landwirtschaftliche Produktion, der Arbeitskräftebedarf, das Einkommen und Umweltindikatoren auf regionaler (NUTS-3) Ebene. Die Ergebnisse aus dem Agrarsektormodell bilden die Grundlage für die Berechnung der Treibhausgasemissionen durch das Umweltbundesamt (Anderl et al., 2023c).

Die vier untersuchten Szenarien unterscheiden sich folgendermaßen:

- Das Szenario „**mit bestehenden Maßnahmen**“ (WEM; with existing measures) beschreibt gegenwärtig umgesetzte Maßnahmen (z.B. Gemeinsame Agrarpolitik Strategieplan BMLFRW, 2022). Dieses Szenario bildet die Grundlage zur Erfüllung der nationalen Berichtspflicht unter der Governance Regulation (EU) 2018/1999 mit 15. März 2023.
- Das Szenario „**mit zusätzlichen Maßnahmen**“ (WAM; with additional measures) berücksichtigt zusätzliche, geplante Maßnahmen (z.B. aus dem Integrierten Nationalen Energie- und Klimaplan; BMNT, 2019) und soll zeigen, wie bzw. ob diese für die Zielerreichung 2030 und darüber hinaus ausreichen.
- Die Szenarien „**mit weiteren zusätzlichen Maßnahmen**“ (WAM+) und „**mit weiteren zusätzlichen und darüberhinausgehenden Maßnahmen**“ (WAM++) bauen auf WEM und WAM auf und dienen dem Erreichen der Klimaziele bis 2040. Dabei werden zusätzliche Maßnahmen implementiert, die zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen im Agrarsektor um 30% (WAM+) bzw. 40% (WAM++) bis 2040 beitragen sollen (z.B. eine Reduktion der verfügbaren Stallplatzkapazitäten).

Die Ergebnisse dieser Szenarien werden mit dem Referenz-Szenario WEM im Jahr 2020 verglichen. Dieses bildet die beobachtete Situation in der Referenzperiode (Durchschnitt 2019-2021)

ab. Im Vordergrund steht die Frage, inwieweit es gelingt, die Emissionen der Landwirtschaft zu verringern. **Mit dem Agrarsektormodell kann simuliert werden, welche landwirtschaftlichen Aktivitäten in den Szenarien in welchem Umfang kombiniert werden, um die regionale Wertschöpfung unter den Szenarienbedingungen zu maximieren.**

In den Modellanalysen werden landwirtschaftliche Aktivitäten (Produktionszweige) untersucht, die in der landwirtschaftlichen Gesamtrechnung berücksichtigt werden. Änderungen der Flächennutzung in Richtung Forstwirtschaft gehen als Reduktion des landwirtschaftlichen Outputs in die Berechnungen ein. Die in ca. 100 Jahren zu erwartenden Erträge aus der Forstwirtschaft werden nicht in der Gegenüberstellung der Szenarienergebnisse WEM bis WAM++ und des Referenz-Szenarios berücksichtigt. **Auch andere Arten der Flächennutzung, wie etwa Windräder oder Photovoltaikanlagen werden bei den Ergebnissen nicht berücksichtigt, da diese entsprechend den Bilanzierungsvorgaben des IPCC im Sektor Energie zu verbuchen sind.**

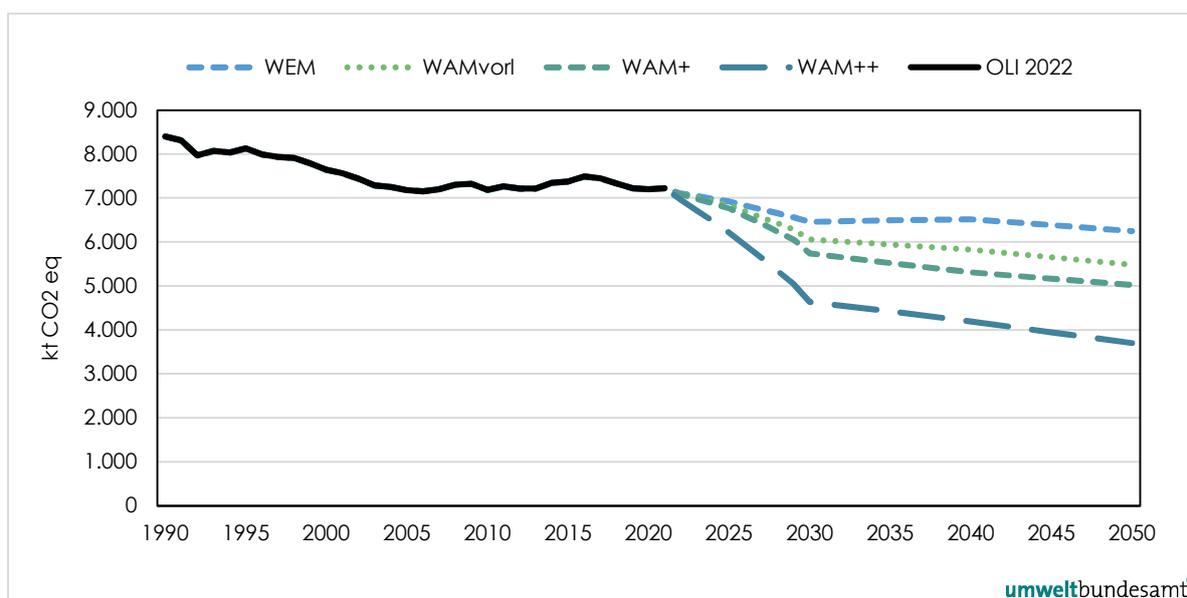
Infobox 3: Das Agrarsektormodell PASMA (Positive Agricultural Sector Model for Austria)

PASMA ist ein Optimierungsmodell, mit dem Ziel die regionale (NUTS-3) landwirtschaftlichen Wertschöpfung durch die Optimierung von Produktions- und Bewirtschaftungsentscheidungen in den Sektoren Ackerbau, Tierhaltung, Forstwirtschaft und Agrotourismus zu maximieren. Dabei werden der Ausgleich von Futter- und Düngemitteln zwischen den Betriebstypen Ackerbau und Tierhaltung und die regionale Ressourcenausstattungen (z.B. Land, Stallplatzkapazitäten) berücksichtigt. Um die Heterogenität des österreichischen Agrarsektors möglichst detailliert abzubilden, wird das Modell auf beobachtete Aktivitäten kalibriert. Neben zwei Betriebstypen (Ackerbau, Tierhaltung) und unterschiedlichen Bewirtschaftungssystemen (konventionelle und biologische Bewirtschaftung) sind im Modell auch Bewirtschaftungsmaßnahmen aus dem österreichischen Agrarumweltprogramm ÖPUL und das Förderprogramm für Betriebe in benachteiligten Gebieten (AZ) abgebildet. Damit werden die zwei zentralen Komponenten des Programms für ländliche Entwicklungsmaßnahmenbezogen abgedeckt. Zudem wird das gesamte Instrumentarium der Gemeinsamen Agrarpolitik berücksichtigt (sowohl vor als auch nach der Reform der Agrarpolitik 2020). Damit bildet das Modell eine wichtige Grundlage für umfassende (agrar-)politische Analysen.



In den Szenarien werden schrittweise Maßnahmen umgesetzt, um die Emissionen des Agrarsektors zu verringern. Im WEM-Szenario sind es jene, die im GAP-Strategieplan vorgesehen sind. In den weiteren Szenarien wird durch geeignete Maßnahmen die Ausbringung von Dünger verringert und die Anzahl von Nutztieren reduziert. Darüber hinaus werden Maßnahmen umgesetzt, wie die vermehrte Produktion von Biogas aus Wirtschaftsdünger und eine verbesserte Fütterung. **Abbildung 5 veranschaulicht die Entwicklung der Treibhausgasemissionen des Sektors Landwirtschaft unter den analysierten Szenarien. Die Auswertung der Treibhausgasemissionen unter den untersuchten Szenarien entsprechend der produktionsorientierten Bilanzierungsmethode zeigt, dass die Umsetzung des GAP-Strategieplans (Szenario WEM) eine Reduktion der Emissionen bewirkt. Im Szenario WAM++ wird eine deutlich größere Emissionsminderung erreicht.**

Abbildung 5: Die Auswirkung emissionsmindernder Maßnahmen in den Szenarien WEM, WAM, WAM+ und WAM++ auf die Emissionen des Sektors Landwirtschaft in Österreich bis 2050.



Q: Berechnungen des UBA basierend auf eigenen Berechnungen.

Verglichen mit dem Referenz-Szenario WEM im Jahr 2020 sinkt die nationale landwirtschaftliche Produktion von etwa 8,3 Mrd. EUR um durchschnittlich 5,5% bis 2030 bzw. um 8,4% bis zum Jahr 2050 (Übersicht 3). Zurückzuführen ist dieser Rückgang auf die Abnahme der Tierbestände sowie die Anbauflächen wichtiger Ackerkulturen (u.a. Getreide und Mais) und die damit einhergehende Abnahme der Gesamternte von Marktfrüchten. Trotz des Rückgangs von Anbauflächen deuten die Modellergebnisse auf eine Zunahme der Ausbringungsmengen von Handelsdünger, insbesondere Stickstoffdünger, hin. Dadurch wird das Nährstoffdefizit, das durch den geringeren Wirtschaftsdüngeranfall entsteht, kompensiert. Am stärksten geht die landwirtschaftliche Produktion im WAM++ Szenario zurück. Einerseits ist in diesem Szenario mit einem noch stärkeren Rückgang der Tierzahlen zu rechnen, andererseits werden Kulturen mit einem

hohen Stickstoffbedarf noch weniger rentabel. Im Gegensatz zum WEM Szenario zeichnet sich im WAM++ Szenario auch ein Rückgang der ausgebrachten Menge an Handelsdünger ab. **Mit der schrittweisen Zunahme von Klimaschutzmaßnahmen und -politiken geht eine zunehmende Reduktion der landwirtschaftlichen Produktion einher. Die regionalen Unterschiede sind deutlich ausgeprägt.**

Übersicht 3: **Veränderung der landwirtschaftlichen Produktion in Österreich in den Jahren 2030, 2040 und 2050 in den Szenarien WEM, WAM, WAM+ und WAM++ im Vergleich zum Referenz-Szenario WEM im Jahr 2020 (rd. 8,3 Mrd. EUR) in Prozent.**

| Jahr | WEM | WAM | WAM+ | WAM++ |
|------|-------|--------|--------|--------|
| 2030 | -5,5% | -6,4% | -8,4% | -20,9% |
| 2040 | -5,2% | -6,6% | -8,7% | -21,7% |
| 2050 | -8,4% | -10,7% | -12,3% | -26,5% |

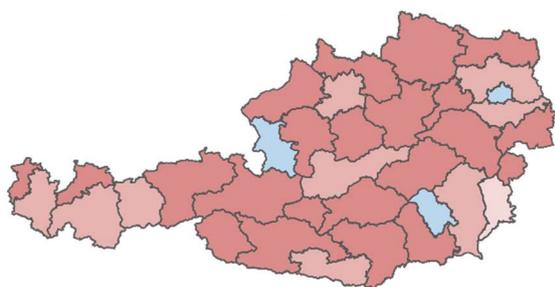
Q: WIFO Berechnungen.

Der Rückgang der landwirtschaftlichen Produktion (Tierbestände, Anbauflächen) wirkt sich nicht nur auf die Wertschöpfung, sondern auch auf den Arbeitskräftebedarf in der Landwirtschaft aus. Die Ergebnisse für die untersuchten Szenarien zeigen, dass durch die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen und Klimapolitiken die Produktion und der Arbeitskräftebedarf der österreichischen Landwirtschaft abnehmen. In Übereinstimmung mit dem Rückgang der landwirtschaftlichen Produktion sind die Effekte im WAM++ Szenario am größten. In der Darstellung in Abbildung 6 werden Auswirkungen auf die Beschäftigung in vor- und nachgelagerten Sektoren nicht berücksichtigt. Da ein Rückgang der Emissionen der Landwirtschaft vor allem dort zu erwarten ist, wo Wiederkäuer gehalten werden, nimmt auch der Arbeitskräftebedarf in diesen Regionen am stärksten ab. Da nicht nur die Tierproduktion eingeschränkt wird, sondern auch die Düngung und die Preiserwartungen für andere landwirtschaftliche Produkte nicht besonders hoch sind, wird in den Szenarien WAM+ und WAM++ der Strukturwandel in der Landwirtschaft beschleunigt.

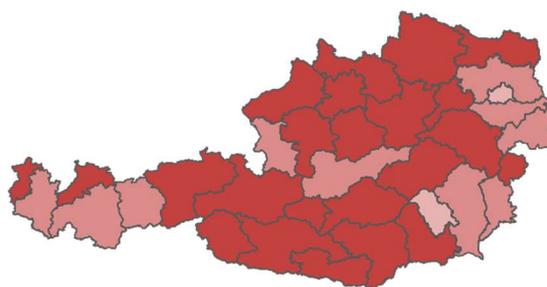
Abbildung 6: **Änderung des Bedarfs an Arbeitskräften in der Landwirtschaft in den Szenarien WEM und WAM++ in den Jahren 2030 und 2040 gegenüber dem Referenz-Szenario WEM im Jahr 2020 in Prozent**



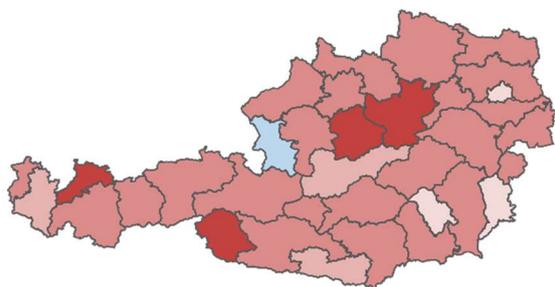
WEM – mit existierenden Maßnahmen 2030



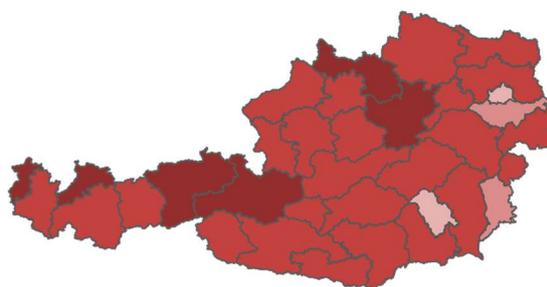
WAM++ – mit weiteren zusätzlichen und darüberhinausgehenden Maßnahmen 2030



WEM – mit weiteren zusätzlichen Maßnahmen im Jahr 2040



WAM++ – mit weiteren zusätzlichen und darüberhinausgehenden Maßnahmen im Jahr 2040



Q: WIFO Berechnungen.

Werden in der Landwirtschaft weniger Güter erzeugt (insbesondere weniger Rindfleisch), verringert sich der Bedarf an Vorleistungen (Tierärzte, Futtermittel, Treibstoffe, Reparaturen). Für viele landwirtschaftliche Produkte lohnt sich der Transport über weite Strecken nicht, da sie leicht verderblich sind (Milch, Obst, Zuckerrüben, Gemüse) oder aus Gründen des Tierschutzes ein Transport über weite Strecken nur eingeschränkt möglich ist. Eine Verringerung der landwirtschaftlichen Produktion hat daher Folgewirkungen auf vor- und nachgelagerte Unternehmen, die in Übersicht 4 gegenübergestellt sind. Diese Auswirkungen werden mit einem volkswirtschaftlichen Modell analysiert. **Die Ergebnisse zeigen, dass nicht nur in der Landwirtschaft, sondern auch in der Volkswirtschaft insgesamt die Wertschöpfung und Beschäftigung abnehmen – unter der Annahme, dass der Endkonsum unverändert bleibt, also der bisherige Gütermix unverändert nachgefragt wird.**

Übersicht 4: **Veränderung der landwirtschaftlichen Produktion in Österreich in den Jahren 2030, 2040 und 2050 in den Szenarien WEM, WAM, WAM+ und WAM++ im Vergleich zum Referenz-Szenario WEM im Jahr 2020 (rd. 8,3 Mrd. EUR) in Prozent.**

| Szenario | Jahr | Wertschöpfung Mio. Euro zu Preisen 2020 | Beschäftigung 1.000 Personen |
|---------------------------|------|--|---------------------------------|
| WEM | 2020 | 0 | 0,0 |
| | 2030 | -209 | -9,0 |
| | 2040 | -249 | -8,9 |
| | 2050 | -511 | -14,0 |
| WAM | 2020 | 0 | 0,0 |
| | 2030 | -234 | -10,5 |
| | 2040 | -295 | -11,1 |
| | 2050 | -597 | -17,6 |
| WAM+ | 2020 | 0 | 0,0 |
| | 2030 | -267 | -13,2 |
| | 2040 | -313 | -13,9 |
| | 2050 | -586 | -19,6 |
| WAM++ | 2020 | 0 | 0,0 |
| | 2030 | -973 | -34,8 |
| | 2040 | -1,066 | -35,0 |
| | 2050 | -1.462 | -42,7 |
| Errichtung Biogasanlagen | | 1.798 | 20,0 |
| Betrieb der Biogasanlagen | | 354 | 2,9 |

Q: WIFO Berechnungen.

5. Schlussfolgerungen und Lösungsansätze

5.1 Vorbemerkung

Unbestritten besteht die Notwendigkeit, Schäden des Klimawandels zu begrenzen, indem Emissionen deutlich reduziert werden. Dies ist im größten Interesse der Landwirtschaft, jenes Sektors, der neben dem Tourismus und der menschlichen Gesundheit unmittelbar am stärksten von Klimaänderungen betroffen ist. Das Ziel die Versorgungssicherheit zu gewährleisten und gleichzeitig die Produktion klimafreundlicher zu gestalten, erfordert eine Transformation des Agrar- und Ernährungssystems sowohl auf Seiten der Produktion als auch jener des Konsums. Die Herausforderung der Agrar- und Ernährungspolitik sowie der Klimapolitik besteht darin jenen Mittelweg zu finden, der den Zielen der Versorgungssicherheit und des Klimaschutzes Rechnung trägt und gleichzeitig von der Gesellschaft getragen wird.

5.2 Angebotsseitige Maßnahmen national und international

Ein großer Vorteil des Emissionshandels ist die damit verbundene Flexibilität für Unternehmen. Für manche Unternehmen ist es günstiger Emissionszertifikate zu kaufen, für andere Unternehmen ist es günstiger ihre Emissionen zu senken, z.B. durch den Umstieg auf eine emissionsfreie Produktionsanlage. Durch die Möglichkeit mit sinkenden Emissionen die eigenen Emissionsrechte zu verkaufen bzw. Abgaben zu verringern, entstehen wirtschaftliche Vorteile. Auf der nationalen Ebene ist die Landwirtschaft nicht Teil des Emissionshandels, sondern unterliegt der Lastenteilung und damit diskretionären Regulierungen. Dadurch entfällt die mit dem Emissionshandel verbundene Flexibilität und es stehen die Anpassungskosten zur Erfüllung der Regulierungen im Vordergrund, etwa zur Erfüllung von Auflagen zur Emissionsenkung oder durch die Reduktionen von Produktionsaktivitäten.

In Neuseeland wird voraussichtlich noch dieses Jahr eine Steuer auf Methanemissionen in der Tierhaltung eingeführt (Matthews, 2023). Über die Einführung der Steuer auf Methanemissionen wird in Neuseeland bereits seit Jahren diskutiert, was zur Folge hat, dass die Investitionen in die Milchproduktion bereits zurückgeschraubt wurden und die Produktion leicht abgenommen hat. Ein Vorteil der Bepreisung der Methanemission im Vergleich zum regulativen Zugang ist, dass ein starker Anreiz zur Entwicklung emissionsmindernder Innovationen entsteht.

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit liegt es nahe, die Grenzkosten der Emissionsvermeidung als Grundlage für die Wahl der Maßnahmen zur Emissionsvermeidung zu verwenden. Dies bedeutet, dass Maßnahmen wie die Beschränkung der Höchstgeschwindigkeit auf Autobahnen auf 100 km/h ebenso objektiv bewertet werden wie die Abdeckung von Güllegruben, die vermehrte Biogasproduktion durch den Einsatz von Gülle sowie die Verringerung des Viehbestands. Erfahrungen aus Ländern wie den Niederlanden und Flandern (Belgien) zeigen, dass Programme zur Stilllegung landwirtschaftlicher Produktion mit hohen Kosten, und zwar nicht nur monetären Kosten, verbunden sind (Boezeman, et al., 2023).

Ohne Veränderungen in den Konsumaktivitäten (z.B. Ernährungsverhalten), kann die Stilllegung der Produktion in einem Land zu einer Ausweitung und Intensivierung der Produktion in einem

anderen Land führen. Bei vielen Klimaschutzmaßnahmen auf Produktionsebene braucht es daher begleitende Handels- und Konsumpolitiken, um Emissionsverlagerungen (Carbon Leakage) zu verringern, d.h. durch Klimaschutzmaßnahmen die Produktion von Treibhausgasen an anderen Orten außerhalb des Regelungseinflusses (eigenen Wirkungsbereiches) zu begrenzen.

Der Konsum von tierischen Produkten pro Person nimmt seit ca. zehn Jahren langsam, aber kontinuierlich ab. Da im gleichen Zeitraum die Bevölkerung stark gewachsen ist, sind die Auswirkungen auf die insgesamt nachgefragte Menge kaum spürbar. Es wird davon ausgegangen, dass mit besseren und leistbareren Alternativen für tierische Produkte, eine Abnahme der Nachfrage nach tierischen Produkten einhergeht. Im Jahr 2022 wurden von österreichischen Haushalten über 3 kt an Fleischersatzprodukten nachgefragt – eine Steigerung von 50% gegenüber dem Jahr 2018 (Lehner et al., 2023). Das Beratungsunternehmen Kearney rechnet damit, dass 2040 der Marktanteil von Fleischprodukten im Vergleich zu veganen Fleischersatzprodukten und im Labor hergestelltem Fleisch deutlich sinken wird und nur mehr 40% betragen wird. Trotz steigender Gesamtnachfrage würde das zu einem Nachfragerückgang von 33% verglichen zur heutigen Situation führen (Kearney, 2023). Diese Entwicklungen müssen besser verstanden werden, um sie im Hinblick auf ihre Klimawirkung und Gesundheitseffekte einordnen zu können. Darüber hinaus sind Maßnahmen notwendig, damit die Wertschöpfung in der Landwirtschaft auch unter veränderten Bedingungen erhalten bleibt.

Als Instrument der angebotsseitigen Maßnahmen hat die EU einen Grenzausgleichsmechanismus (CBAM; Carbon Border Adjustment Mechanism) etabliert, der heuer eingeführt wird (Morgado, 2023). Damit soll der "carbon leakage" Effekt verhindert werden, also eine Emissionsverlagerung, wenn die Produktion und damit einhergehende Treibhausgasemissionen innerhalb der EU gesenkt werden, gleichzeitig aber in anderen Ländern mehr Güter (und Emissionen) produziert und wieder in die EU exportiert werden. Dies könnte die globale Klimaschutzwirkung von EU-Maßnahmen untergraben. Düngemittel sind im CBAM explizit berücksichtigt – wie auch Stahl, nachhaltig produzierter Wasserstoff, Zement, Aluminium und elektrischer Strom. Derzeit sind Agrargüter und Lebensmittel nicht Teil des EU-Grenzausgleichsmechanismus und es ist nicht vorgesehen, dass diese in den nächsten Jahren inkludiert werden. Das Ziel vom CBAM ist vielmehr, dass alle Exporteure emissionsintensiver Sektoren und Produkte in die EU annähernd gleich hohe Standards einhalten wie die EU-Ländern. Durch diese Regelung wird die Klimawirkung der Produktion explizit im Preis berücksichtigt (Internalisierung externer Kosten) und es entsteht ein fairer Wettbewerb ohne die Notwendigkeit weiterer diskretionäre Eingriffe. Unter diesen Gesichtspunkten lässt sich das ökonomische Prinzip kostenwirksamer Emissionsmaßnahmen umzusetzen.

5.3 Nachfrageseitige Maßnahmen

Die Ausführungen in diesem Policy Brief haben gezeigt, dass Verbraucherinnen und Verbraucher von Lebensmitteln wesentlich mitentscheiden, wie viele Emissionen mit der Deckung des lebenswichtigen Bedürfnisses der Ernährung einhergehen. Informationen über die Emissionsintensität von Lebensmitteln sind derzeit nur beschränkt und in keiner standardisierten Form

verfügbar. Somit ist es nicht einfach, die richtige Wahl zu treffen und selbst motivierte und gut informierte Verbraucherinnen und Verbraucher haben Schwierigkeiten sich klimafreundlich zu verhalten.

Technologien, die eine emissionsfreie Ernährungsweise ermöglichen, sind heute nicht verfügbar. Die meisten Agrargüter und Lebensmittel werden arbeitsteilig und mit hohem Kapitaleinsatz produziert. Dies hat zur Folge, dass Düngemittel und andere Betriebsmittel wie Diesel oder Erdgas eingesetzt werden, um Agrargüter zu erzeugen, diese zu transportieren, zu lagern, zu verarbeiten und an den Lebensmittelhandel zu liefern, wo Lebensmittel häufig energieintensiv weiterverarbeitet und gekühlt werden müssen. Crippa et al. (2021) berechnen für das globale Ernährungssystem Emissionen von rund einem Drittel der gesamten Treibhausgasemissionen. In Industriestaaten entfallen mehr als die Hälfte dieser Emissionen auf die Verarbeitungsschritte nach der landwirtschaftlichen Produktion.

Anders als in den Sektoren Verkehr oder Gebäude existieren in der Landwirtschaft derzeit noch nicht ausreichend viele Möglichkeiten, die Emissionen auf netto-Null zu senken und gleichzeitig große Mengen von Agrargütern zu erzeugen. Selbst die biologische Landwirtschaft ist derzeit nicht in der Lage, klimaneutrale Lebensmittel bereitzustellen (Steffens, et al., 2022). Dies bedeutet jedoch nicht, dass in naher Zukunft eine klimaneutrale Landwirtschaft unmöglich ist. Daher ist es nötig, die Agrar- und Lebensmittelforschung weiterhin zu forcieren, um bisher nicht erkannte oder nicht mögliche Pfade der Ernährungssicherung unter Bedingungen des Klimaschutzes zugänglich zu machen.

Ein marktkonformes Instrument zur Senkung der Emissionen ist die Aufklärung der Verbraucherinnen und Verbraucher über die mit dem Konsum einhergehenden Emissionen. Wie die Ausführungen in diesem Policy Brief gezeigt haben, sind dafür unterschiedliche Bilanzierungsmethoden und Zugänge verfügbar. Nachdem die Ziele und Auswirkungen der landwirtschaftlichen Produktion multidimensional sind, muss jedoch zur Kenntnis genommen werden, dass die Anwendung einer einzelnen Bilanzierungsmethode nicht ausreicht. Die Berechnung des ökologischen Fußabdrucks von Zucker liefert ein Beispiel: Es existiert kaum ein Produkt, das den Kalorienbedarf zu geringeren Kosten deckt als reiner Zucker und dabei geringere CO₂-Emission je Kalorie aufweist. Diesen Indikator auch als Richtwert für eine ausgewogene Ernährung heranzuziehen wäre jedoch verfehlt. Neben der Emissionsintensität sind auch Kriterien wie die Länge der Lieferkette, die Auswirkungen der Lebensmittelproduktion und -verarbeitung auf Biodiversität und die Ausgewogenheit und Vielfalt der Ernährung zu beachten. Um diese Information an die Verbraucherinnen und Verbraucher zu bringen, stehen im Wesentlichen drei Informationskanäle zur Verfügung:

- Über entsprechende, einheitliche Bilanzierungsmethoden und Produktkennzeichnung für Güter, die im Einzelhandel abgesetzt werden: Dazu müssen Kennzeichnungsstandards eingeführt werden, wie z.B. für die Angaben zu Lebensmittelinhaltsstoffen, um Zusatzinformationen einfach und übersichtlich zugänglich zu machen.

- Über öffentliche Kampagnen, die an Betreiber und Betreiberinnen von Werksküchen, Schul- und Kindergartenkantinen, Mensen und dergleichen gerichtet sind. Diesbezüglich gibt es ab September 2023 die Verpflichtung, die regionale Herkunft auszuweisen. Diese Information ist nützlich, reicht aber noch nicht aus, um den Bezug zur Klimawirkung einer Mahlzeit herzustellen.
- Noch wirksamer könnten konkrete Vorgaben in der öffentlichen Beschaffung von Lebensmitteln mit Mindestkriterien für deren ökologischen Fußabdruck sein (vgl. dazu die Studien von Oedl-Wieser et al., 2022 und Klien et al., 2023).

Mit der Mehrwertsteuer greift der Staat ebenfalls lenkend in den Markt für Lebensmittel ein. Für Lebensmittel kommt nur ein halb so hoher Steuersatz zur Anwendung wie für die übrigen Güter, darunter Getränke auf pflanzlicher Basis. Eine Vereinheitlichung von Steuersätzen würde Nachfrageänderungen auslösen. Untersuchungen zeigen, dass eine Erhöhung der Mehrwertsteuer von Fleisch zu einem Rückgang des Verbrauchs führen würde (Roosen et al., 2022). Je nach Ausgestaltung solcher Steuern sind verschiedene Auswirkungen auf die nachgefragte Menge und unterschiedliche Haushaltsgruppen zu erwarten. Unerwünschte Folgewirkungen auf bestimmte soziale Gruppen sollten dabei vermieden werden. Aus den Erfahrungen mit dem Klimabonus, können Rückschlüsse gezogen werden, wie fiskalische Maßnahmen eingesetzt werden können, um den Verbrauch von Lebensmitteln in Richtung Klimafreundlichkeit zu lenken.

Referenzen

- Anderl, M., Bartel, A., Frei, E., Gugele, B., Gössl, M., Mayer, S., Heinfellner, H., Heller, C., Heuber, A., Köther, T., Krutzler, T., Kuschel, V., Lampert, C., Miess, M.G., Pazdernik, K., Perl, D., Poupá, S., Prutsch, A., Purzner, M., Rigler, E., Rockenschaub, K., Schieder, W., Schmid, C., Schmidt, G., Schnirzer, S., Schodl, B., Storch, A., Stranner, G., Svehla-Stix, S., Schwarzl, B., Schwaiger, E., Vogel, J., Weiss, P., Wiesenberger, H., Wieser, M. & Zechmeister, A., (2022). Klimaschutzbericht 2022. Umweltbundesamt GmbH (UBA), Wien, Österreich.
- Anderl, M., Coloson, J., Gangl, M., Kuschel, V., Makoschitz, L., Matthews, B., Mayer, M., Mayer, S., Moldaschl, E., Pazdernik, K., Poupá, S., Purzner, M., Rockenschaub, A.K., Roll, M., Schieder, W., Schmidt, G., Schodl, B., Schwaiger, E., Schwarzl, B., Stranner, G., Weiss, P., Wieser, M. & Zechmeister, A. (2023a). Austria's National Inventory Report 2023 - Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change (No. REP-0852). Umweltbundesamt GmbH, Wien, Österreich.
- Anderl, M., Brendle, C., Coloson, J., Gangl, M., Makoschitz, L., Mayer, S., Pazdernik, K., Poupá, S., Purzner, M., Roll, M., Schieder, W., Schmidt, G., Stranner, G., Wieser, M., Wankmüller, R. & Zechmeister, A. (2023b). Austria's Informative Inventory Report (IIR) 2023. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and Directive (EU) 2016/2284 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants. (No. REP-0855). Umweltbundesamt GmbH, Wien, Österreich.
- Anderl, M., Bürgler, M., Mayer, S., Moldaschl, E., Schwarzl, B., Weiss, P., Sinabell, F., Falkner, K., Schönhart, M. & Dersch, G. (2023c). Maßnahmen zur Treibhausgasreduktion in der Landwirtschaft zur Erreichung der Ziele des Klimaschutzgesetzes: Emissionsszenarien (No. REP-0856). Umweltbundesamt GmbH (UBA), Wien, Österreich.
- BKA Österreich. (2020). Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020-2024. Bundeskanzleramt Österreich, Wien.
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. (2023). Entwurf zur öffentlichen Konsultation – Integrierter nationaler Energie- und Klimaplan für Österreich. Periode 2021-2030. Eigenverlag, Wien. Online verfügbar: https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/nat_klimapolitik/energie_klimaplan.html (abgerufen 14. August 2023).
- BML – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft. (2022). GAP-Strategieplan Bericht 2021. Wien, Österreich.
- BMNT, 2019. Integrierter nationaler Energie- und Klimaplan für Österreich: Periode 2021-2030 gemäß Verordnung (EU) 2018/1999 des Europäischen parlaments und des Rates über das Governance-System für die Energieunion und den Klimaschutz. Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, Vienna, Austria.
- Boezeman, D., de Pue, D., Graversgaard, M., & Möckel, S. (2023). Less Livestock in North-western Europe? Discourses and Drivers Behind Livestock Buyout Policies. *EuroChoices*, 22(2), 4–12. <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12399>
- Clune, S., Crossin, E., & Verghese, K. (2017). Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. *Journal of Cleaner Production*, 140, 766–783. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.082>
- Commission Implementing Decision (EU) 2020/2126 of 16 December 2020 on setting out the annual emission allocations of the Member States for the period from 2021 to 2030 pursuant to Regulation (EU) 2018/842 of the European Parliament and of the Council (Text with EEA relevance), 2021. C72020/8865.
- Creutzig, F., Niamir, L., Bai, X., Callaghan, M., Cullen, J., Díaz-José, J., Figueroa, M., Grubler, A., Lamb, W.F., Leip, A., Masanet, E., Mata, É., Mattauch, L., Minx, J.C., Mirasgedis, S., Mulugetta, Y., Nugroho, S.B., Pathak, M., Perkins, P., Roy, J., de la Rue du Can, S., Saheb, Y., So-me, S., Steg, L., Steinberger, J. & Ürge-Vorsatz, D., 2022. Demand-side solutions to climate change mitigation consistent with high levels of well-being. *Nat. Clim. Chang.* 12, 36–46. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01219-y>
- Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F.N. & Leip, A. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food* 2, 198–209. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00225-9>
- EC (2021). Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism, 2021/0214. COM/2021/564 final, 2021/0214 (2021). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52021PC0564>
- EU (2018). Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Governance of the Energy Union and Climate Action, amending Regulations (EC) No 663/2009 and (EC) No 715/2009 of the European Parliament and of the Council, Directives 94/22/EC, 98/70/EC, 2009/31/EC, 2009/73/EC, 2010/31/EU, 2012/27/EU and 2013/30/EU of the European Parliament and of the Council, Council

- Directives 2009/119/EC and (EU) 2015/652 and repealing Regulation (EU) No 525/2013 of the European Parliament and of the Council (Text with EEA relevance.), OJ L.
- EUROSTAT. (2023). Greenhouse gas emission statistics - emission inventories. Online verfügbar unter: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse_gas_emission_statistics_-_emission_inventories (abgerufen 14 August 2023).
- Hörtenhuber, S. & Zollitsch, W. (2020). Klimawirkungen unterschiedlicher österreichischer Rindfleischproduktionssysteme (Endbericht). ARGE Rind, Wien.
- IPCC (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- IPCC. (2006). IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme (Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use). IGES.
- IPCC. (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. IPCC. <https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/>
- Kearney. (2020). When consumers go vegan, how much meat will be left on the table for agribusiness? Online verfügbar unter: <https://www. Kearney.com/industry/consumer-retail/article/-/insights/when-consumers-go-vegan-how-much-meat-will-be-left-on-the-table-for-agribusiness> (abgerufen 14 August 2023).
- Kirchner, M., Pözl, W., Mayerhofer, H., Hickersberger, M. & Sinabell, F. (2021). Regionale versus internationale Bereitstellung von Agrargütern: Eine Fallstudie zur Klimabilanz. (RESILIENZ – Corona-Krise und land- und forstwirtschaftliche Wertschöpfungsketten, Lessons Learnt.). Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und Bergbauernfragen. https://bab.gv.at/jdownloads/Covid-Lessons-Learnt/Arbeitspakete/Vol_1/resilienz-ap-klimawirkungen-rind_endbericht.pdf
- Klien, M., Böheim, M. & Streicher, G. (2023). Die Rolle des öffentlichen Vergabewesens für eine klimaneutrale Produktions- und Lebensweise. Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung. Eigenverlag, Wien.
- Kral, I. (2011). Treibhausgasemissionen von Rind- und Schweinefleisch entlang der Produktionskette Landwirtschaft bis Großküche unter besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Produktionsform (Master's Thesis). Univ. f. Bodenkultur, Wien.
- Lehner, K., Öser, C. & Schober, S. (2023). Fleischhauer-Trend: Veganes zwischen Karree und Knacker. news.ORF.at. <https://orf.at/stories/3325835/> (abgerufen 22 August 2023).
- Leip, A., Weiss, F., Wassenaar, T., Perez, I., Fellmann, T., Loudjani, P., Tubiello, F., Grandgirard, D., Monni, S. & Biala, K. (2010). Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) - Final Report (No. AGRO-). European Commission, Joint Research Centre (JRC).
- Lukas, M., Rohn, H., Lettenmeier, M., Liedtke, C. & Wiesen, K. (2016). The nutritional footprint – integrated methodology using environmental and health indicators to indicate potential for absolute reduction of natural resource use in the field of food and nutrition. *Journal of Cleaner Production*, 132, 161–170. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.070>
- Matthews, A. (2023). What can we learn from New Zealand's experience in introducing a scheme to price agricultural emissions? | CAP Reform. <http://capreform.eu/what-can-we-learn-from-new-zealands-experience-in-introducing-a-scheme-to-price-agricultural-emissions/>
- Mendez-Parra, M., Garnizova, E., Baeza Breinbauer, D., Lovo, S., Velut, J.B., Narayanan, B., Bauer, M., Lamprecht, P., Shadlen, K., Arza, V., Obaya, M., Calabrese, L., Banga, K. & Balchin, N. (2020). Association Agreement Negotiations between the European Union and Mercosur. London School of Economics and political Science, Eigenverlag, Londons. Online verfügbar unter: <https://www.lse.ac.uk/business/consulting/reports/sia-in-support-of-the-association-agreement-negotiations-between-the-eu-and-mercotur>
- Morgado Simões, H. (2023). EU carbon border adjustment mechanism. Implications for climate and competitiveness. European Parliament Briefing. European Parliamentary Research Service, Brussels.
- OECD und FAO. (2022). OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031. OECD. <https://doi.org/10.1787/f1b0b29c-en>
- Oedl-Wieser, T., Klien, M., Quendler, E. & Sinabell, F. (2022). Öffentliche Beschaffung von Lebensmitteln in Österreich aus der Nachhaltigkeitsperspektive. *Austrian Journal of Agricultural and Regional Studies*, Vol. 31.12, 94-100. DOI: 10.15203/OEGA_31.12

- Our World in Data. (2023). Per capita consumption-based CO₂ emissions. Online verfügbar unter: <https://ourworldindata.org/grapher/consumption-co2-per-capita> (abgerufen 14. August 2023).
- Peters, G.P., Minx, J.C., Weber, C.L., & Edenhofer, O. (2011). Growth in Emission Transfers via International Trade from 1990 to 2008. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (21): 8903–8. <https://doi.org/10.1073/pnas.1006388108>.
- Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Governance of the Energy Union and Climate Action, amending Regulations (EC) No 663/2009 and (EC) No 715/2009 of the European Parliament and of the Council, Directives 94/22/EC, 98/70/EC, 2009/31/EC, 2009/73/EC, 2010/31/EU, 2012/27/EU and 2013/30/EU of the European Parliament and of the Council, Council Directives 2009/119/EC and (EU) 2015/652 and repealing Regulation (EU) No 525/2013 of the European Parliament and of the Council (Text with EEA relevance.), 328 OJ L (2018). <http://data.europa.eu/eli/reg/2018/1999/oj/eng>
- Richtlinie (EU) 2016/2284 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG (Text von Bedeutung für den EWR).
- Roosen, J., Staudigel, M. & Rahbauer, S. (2022). Demand elasticities for fresh meat and welfare effects of meat taxes in Germany. *Food Policy* 106, 2022, 102194
- Steffens, M., Dittmann, M., Krauss, M., Baumann, S., Dind, A., Fließbach, A., Holinger, M., Krause, H.-M., Leber, F., Müller, A., Rüegg, J., Stöckli, S. & Schmidtke, K. (2022). Wege zu einer klimaneutralen Biolandwirtschaft in der Schweiz (Studie Des FiBL in Abstimmung mit Bio Suisse). Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL. <https://www.fibl.org/de/infothek/meldung/wege-zu-einer-klimaneutralen-biolandwirtschaft-in-der-schweiz-die-fibl-studie-zur-klimafrage>
- Sun, Z., Scherer, L., Tukker, A., Spawn-Lee, S.A., Bruckner, M., Gibbs, H.K. & Behrens, P. (2022). Dietary change in high-income nations alone can lead to substantial double climate dividend. *Nat Food* 3, 29–37. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00431-5>
- UNECE. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution.
- UNFCCC. (1992). Rahmenkonvention der Vereinten Nationen über Klimaänderungen.
- United Nations, 2015. Paris Agreement. UN, New York.
- United Nations. (2023). End poverty in all its forms everywhere—SDG Indicators. Retrieved 14 August 2023, from <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/goal-01/>
- Wiedmann, T. O., Schandl, H., Lenzen, M., Moran, D., Suh, S., West, J. & Kanemoto, K. (2015). The material footprint of nations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(20), 6271–6276. <https://doi.org/10.1073/pnas.1220362110>