

CO₂-Bilanz von biintensivem Gemüsebau am Beispiel des Modellbetriebs GRAND GARTEN

Inhalt

Inhalt.....	1
Einleitung	2
1 Vorteile pflanzlicher Ernährung	4
2 Humusbilanz.....	5
3 Gemüse aus dem GRAND GARTEN im Gegensatz zu anderen Produktionssystemen	6
3.1 Tomaten aus verschiedenen Produktionssystemen.....	6
3.2 Landwirtschaftliche Produktion GRAND GARTEN Tomate.....	7
3.3 Wintersalat aus verschiedenen Produktionssystemen	9
3.4 Landwirtschaftliche Produktion GRAND GARTEN Wintersalat.....	10
3.5 Grünkohl aus verschiedenen Produktionssystemen	11
3.6 Landwirtschaftliche Produktion GRAND GARTEN Grünkohl.....	12
4 Fazit und Optimierungspotentiale	13
4.1 Weiterführende Arbeiten und offene Forschungsfelder	14
Literatur.....	15

Autor*innen: Dipl.-Ing. Stefan Schweiger, Elisabeth Himmelfreundpointner

Einleitung

Marktgärten sind hoch produktive Systeme und zeichnen sich dadurch aus, dass sie nach biologischen Richtlinien wirtschaften, Saatgut und Jungpflanzen dicht aussäen/setzen, eine lückenlose Anbauplanung verfolgen, den Boden reduziert bearbeiten, investitionsextensiv dafür arbeitsintensiv mit low-tech Geräten arbeiten und durch Direktvermarktung nahe am Konsumenten sind.

Ziel der vorliegenden Ökobilanzstudie ist der Vergleich der Klimawirkung des lokal und biologisch ausgerichteten Gemüsebausystems des GRAND GARTEN mit dem im Lebensmitteleinzelhandel verfügbaren Gemüse inkl. Importen aus dem Ausland. Dabei werden alle Phasen des Lebenszyklus, wie bei Nahrungsmitteln üblich, von der landwirtschaftlichen Produktion inkl. Vorketten bis zum Point of Sale berücksichtigt. Ein Schwund ab der landwirtschaftlichen Produktion bis zum Supermarktregal von geschätzten 5% ist in allen Berechnungen inkludiert.

Nicht-Ziel der Studie ist eine umfassende systemische Bewertung der Produktionssysteme.

Das FiBL orientiert sich bei der Lebenszyklusanalyse an den internationalen Ökobilanzierungsrichtlinien (ISO-Richtlinien 14040 und 14044). Als Wirkungsindikator für die Klimawirkung wurde die Methode des IPCC Global Warming Potentials 100a (in kg CO₂-eq je kg Gemüse) verwendet.

Dem FiBL wurden die für die Berechnungen notwendigen Daten des GRAND GARTENS zur Verfügung gestellt: Darunter zählen u.a.: Ertragsdaten, Jungpflanzenproduktion /-herkunft, Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Art und Menge der Bewässerung, Transfermulchverfahren, Art und Menge der Düngung, Kühlbedarf (Dauer und Temperatur, Energiequelle), Verpackungsmaterialien und Transportwege. Nicht zugängliche Daten, bspw. zu den Vorleistungen für Rohstoffe, werden aus Ökobilanzdatenbanken (z.B. ecoinvent, Agri-Footprint), wissenschaftlicher Fachliteratur und Statistiken bzw. von Expertenwissen abgeleitet bzw. modelliert.

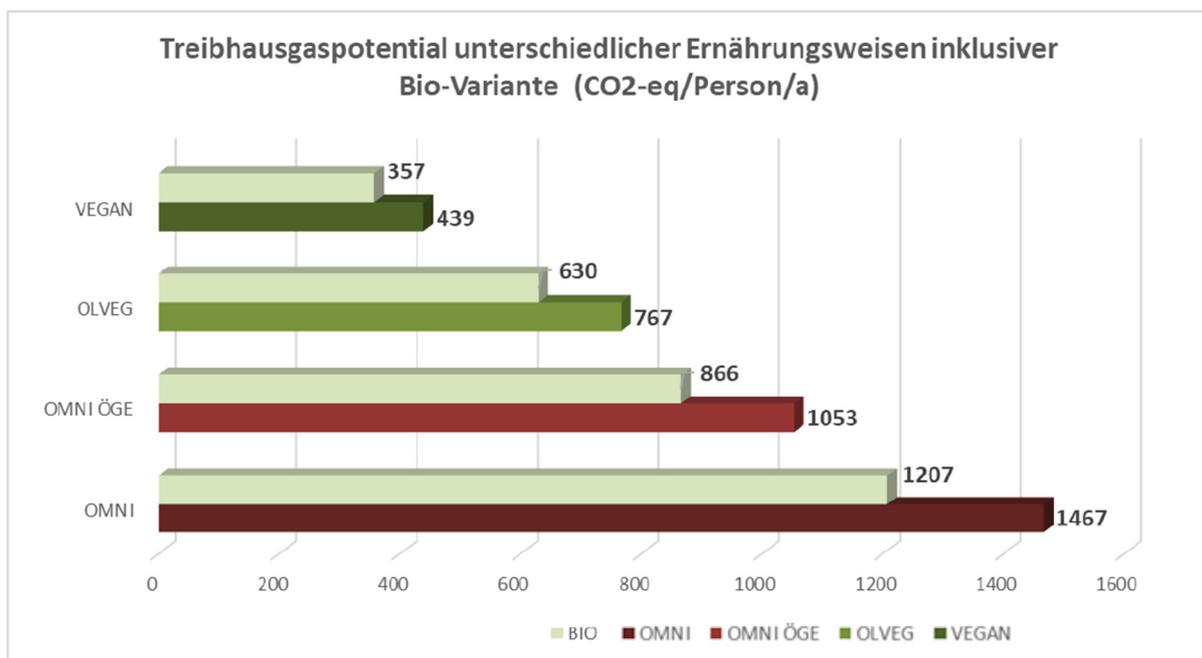
Aufgrund mangelnder Datenlage zur österreichischen Produktion von Grünkohl, was die CO₂-Werte für Vergleichsprodukte für den LEH betrifft, wurde ein Sekundärdatensatz herangezogen der das Produktionssystem in den Niederlanden widerspiegelt (Agri-Footprint Datenbank). Aufgrund von fehlenden Daten zum tatsächlichen Selbstversorgungsgrad mit Grünkohl wurde ein Mix aus Kohlgemüse für die Berechnung des Importanteils herangezogen.

Außerdem konnten aufgrund fehlender valider Daten der potentiellen positiven Klimawirkung von Transfermulch (zusätzliche Stickstofffixierung und Kohlenstoffbindung) keine positiven Effekte in die Klimabilanz übernommen werden. Es bedarf weiterer Forschungsaktivitäten, um hierzu eine valide Datenbasis für die Integration in der Ökobilanz zu schaffen.

Folgend sind im Kapitel 1 die Vorteile pflanzlicher Ernährung für Klima und Gesundheit kurz erläutert, in Kapitel 2 die Ergebnisse der vereinfachten Humusbilanz dargestellt und danach in Kapitel 3 die CO₂-Bilanz von biointensivem Gemüsebau am Beispiel von Tomaten, Grünkohl und Wintersalat des Modellbetriebs GRAND GARTEN zusammengefasst dargestellt. Die Ergebnisse der CO₂-Bilanz sind mit im LEH (Lebensmitteleinzelhandel) erhältlichem Gemüse verglichen. Die Ökobilanzberechnungen für den Modellbetrieb GRAND GARTEN beziehen sich auf Primärdaten und Modellierungen für das Bezugsjahr 2023 für die Kulturen Tomate, Grünkohl und Wintersalate.

1 Vorteile pflanzlicher Ernährung

Marktgärten tragen mit ihren Produkten zu einem lokalen und vielfältigen Angebot an pflanzlichen Lebensmitteln bei. Die vegetarische oder vegane Ernährung bringt diverse Vorteile mit sich. Ein hoher Anteil von Gemüse und Obst kann das Risiko für Herz-Kreislauferkrankungen, Diabetes, Bluthochdruck und Dickdarmkrebs deutlich senken (Leitzmann und Keller, 2020). Im Gegensatz zu einer typisch österreichischen Ernährung führen hohe Anteile pflanzlicher Erzeugnisse im Ernährungsstil außerdem zu deutlich geringeren Klimawirkungen. Biologisch hergestellte Produkte können die Bilanz noch einmal deutlich verbessern (Schlatzer und Lindenthal, 2020).



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

Abbildung 1: Vergleich des Treibhausgaspotentials unterschiedlicher Ernährungsweisen sowie Auswirkungen der biologischen Produktion im Vergleich zur konventionellen (Schlatzer und Lindenthal, 2020)

2 Humusbilanz

In Marktgärten wird intensiv mit Kompost und Transfermulch gedüngt, mit dem Ziel, maximale Erträge bei gleichzeitiger Wahrung bzw. Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit zu erzielen. Aus diesem Grund wurde eine vereinfachte Humusbilanz in die CO₂-Bilanz integriert: Die Humus-Reproduktionsleistung von Kompost nach VDLUFA (2014) wurde der Humuszehrung durch das im GRAND GARTEN angebaute Gemüse gegenübergestellt. Die Humus-Reproduktionsleistung meint die Menge an Kohlenstoff, die nach Ausbringung von Kompost im Boden langfristig gespeichert wird. Gemüse entzieht dem Boden Kohlenstoff in unterschiedlicher Intensität. Der Anteil an Stark-, Mittel- und Schwachzehrern im GRAND GARTEN beträgt in etwa 20/50/30%. Die Humuszehrung wird von der Humus-Reproduktionsleistung abgezogen.

Humusreproduktionsleistung / ha durch 20t Kompost	4,3 t CO ₂ -eq / ha*a
- Humuszehrung von Gemüse / ha	1,9 t CO ₂ -eq / ha*a
= kg CO ₂ -Gutschrift	2,4 t CO ₂ -eq / ha*a

Daraus ergibt sich je nach Ertrag eine Gutschrift von ein paar Gramm CO₂-eq pro Kilogramm Produkt. Wie sich das konkret auf die Treibhausgasemissionen der einzelnen Erzeugnisse auswirkt, ist in den jeweiligen Kapiteln nachzulesen.

Für eine Vollständige Betrachtung sind zusätzlich noch die Treibhausgase (Methan, Lachgas oder CO₂), die bei der Kompostproduktion entstehen, zu berücksichtigen. Die Herstellung von 20 t Kompost, die pro Hektar ausgebracht werden, verursachen 3,4 t CO₂-eq.

3 Gemüse aus dem GRAND GARTEN im Gegensatz zu anderen Produktionssystemen

3.1 Tomaten aus verschiedenen Produktionssystemen

Die CO₂-Bilanz der GRAND GARTEN Tomate (von der landw. Produktion bis zur Verteilstation) ist mit 39 g CO₂-eq / kg besser als die (modellierten) Systeme mit unbeheizten Folientunneln (bio. 78g CO₂-eq und konv. 85g CO₂-eq), die österreichweit vertrieben werden. Diese bewegen sich aber auf ähnlich niedrigem Niveau. Ersichtlich ist, dass die CO₂-Emissionen aus der landwirtschaftlichen Produktion im GRAND GARTEN etwas höher liegen, jedoch liegen die Unterschiede nur bei wenigen Gramm. Die Autoren vermuten, dass die Unterschiede aufgrund von natürlichen Schwankungsbreiten der Daten statistisch nicht signifikant sind. Durch den lokalen Vertrieb mit einem elektrisch angetriebenen Van (NME Cargo) der GRAND GARTEN Tomate sind die Transportemissionen signifikant geringer. Die Tomaten aus dem unbeheizten Folientunnelsystem sind jedoch nicht das ganze Jahr, sondern zu einer bestimmten Saison (Juli – Oktober) erhältlich.

Eine durchschnittliche Tomate, die das ganze Jahr über im Lebensmitteleinzelhandel (LEH) zu kaufen ist, kommt zu 20% aus Österreich. Zu 80% wird die Tomate aus Spanien, Italien und den Niederlanden importiert (326g CO₂-eq). Es stechen dabei vor allem die hohen Transportemissionen der Importtomate hervor. Als letzter Balken in der Grafik ist zusätzlich die Produktionssituation in Österreich anhand von durchschnittlichen Emissionswerten für Ganzjahreskulturen aus beheizten Glashäusern, beheizten und unbeheizten Folientunnel und Freilandanbau gegenübergestellt (447g CO₂-eq). Der hohe Impact der landwirtschaftlichen Produktion kommt vorwiegend durch den Einsatz fossiler Brennstoffe zur Beheizung der Ganzjahreskultur zustande.

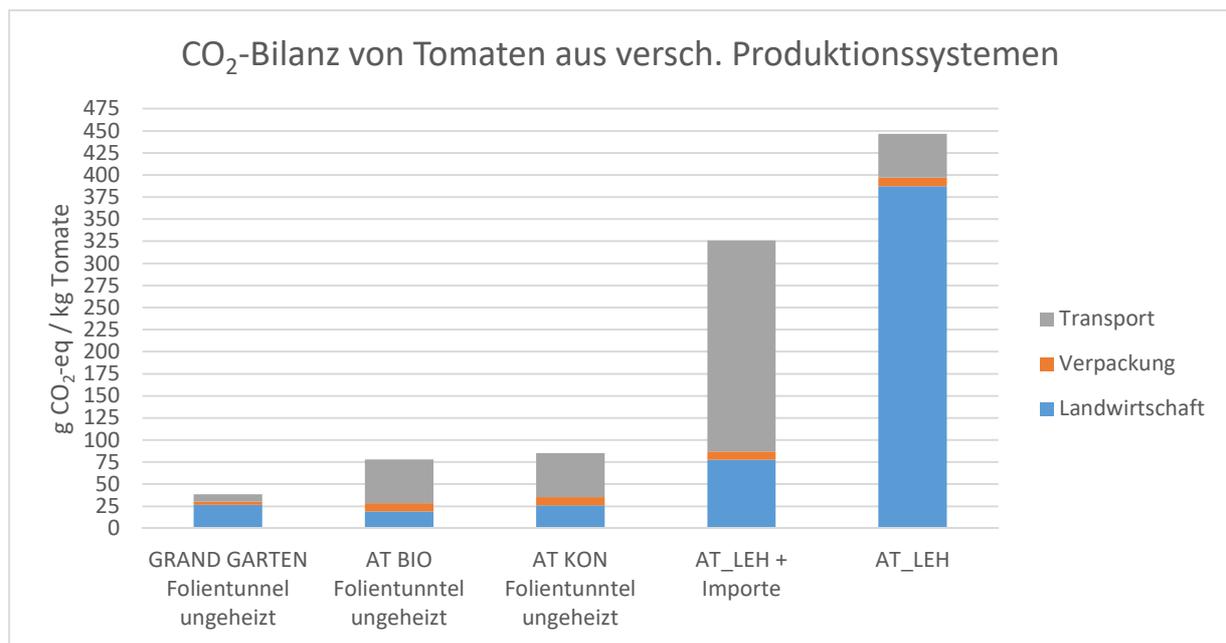


Abbildung 2: Treibhausgasemissionen von Tomaten in verschiedenen Produktionssystemen, Aufschlüsselung der Lebenszyklusphasen

3.2 Landwirtschaftliche Produktion GRAND GARTEN Tomate

Insgesamt werden im GRAND GARTEN (landw. Produktion inkl. aller Vorketten bis zum Hoftor) pro Kilogramm Tomate ca. 22 g CO₂-eq verursacht. Die meisten Emissionen stammen dabei aus der Produktion der Jungpflanzen. Hierfür wurden Sekundärdaten aus der Ökobilanzdatenbank Ecoinvent herangezogen. Die Produktion des Komposts und der Schafwolle schlagen sich in der gleichen Größenordnung von 3g CO₂-eq nieder. Hier besteht insofern Optimierungspotential, wenn die Stickstoffmenge anstatt durch Schafwolle durch Kompost ersetzt wird, weil Kompost weniger Klimawirkung pro kg N aufweist und zudem zusätzliche positive Effekte auf die Humusbilanz erzielt werden könnten. Im konkreten Fall des GRAND GARTENS fällt die Schafwolle jedoch als Nebenprodukt auf dem eigenen bzw. dem Nachbarbetrieb an und findet als Dünger noch Verwendung, anstatt als Abfall entsorgt zu werden, was im Sinne der Kreislaufwirtschaft zu begrüßen ist. Pro Hektar Tomate werden 4,5 t Kompost ausgebracht, was äquivalent zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen durch Humusaufbau von 2g CO₂-eq pro Kilogramm Tomate führt.

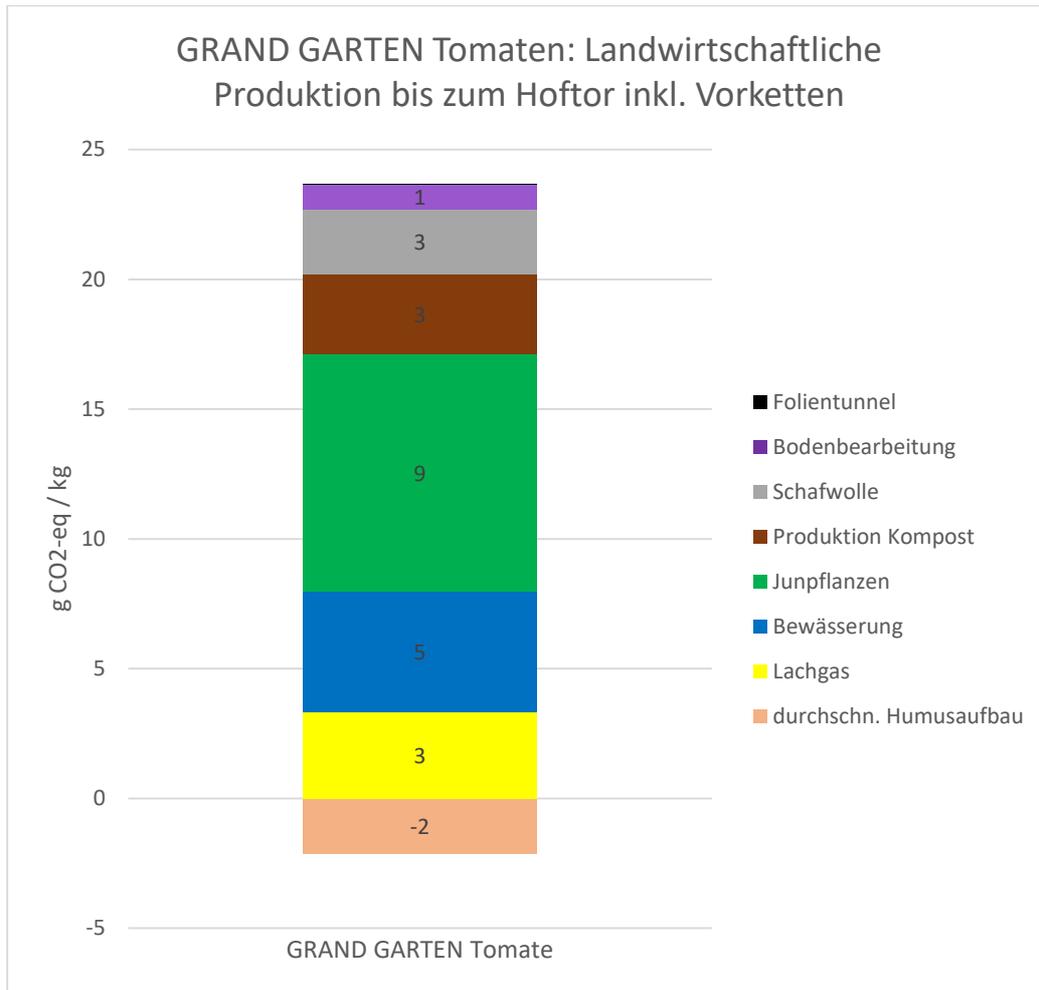


Abbildung 3: Treibhausgasemissionen von GRAND GARTEN Tomaten in der landwirtschaftlichen Produktion, Aufschlüsselung der wichtigsten Treiber

3.3 Wintersalat aus verschiedenen Produktionssystemen

Die CO₂-Bilanz des GRAND GARTEN Wintersalats (von der landw. Produktion bis zur Verteilstation) schneidet mit ca. 115 g CO₂-eq / kg besser ab als andere vergleichbare Salate (Pflücksalat, Endivie oder Chicorée), die im österreichischen LEH (aus österr. Produktion inkl. Importen) erhältlich sind. Verglichen mit den im LEH erhältlichen Salaten aus Österreich inkl. importierter Ware, die – für alle Salate außer Häupl- und Eissalat – zu 80% aus Spanien oder Italien importiert werden, verursacht die Produktion, Verpackung und Distribution von GRAND GARTEN Wintersalat signifikant weniger Treibhausgasemissionen. Durch die weiten Transportstrecken der Importe verursachen die im LEH verfügbaren Salate über 350 g CO₂ / kg Salat.

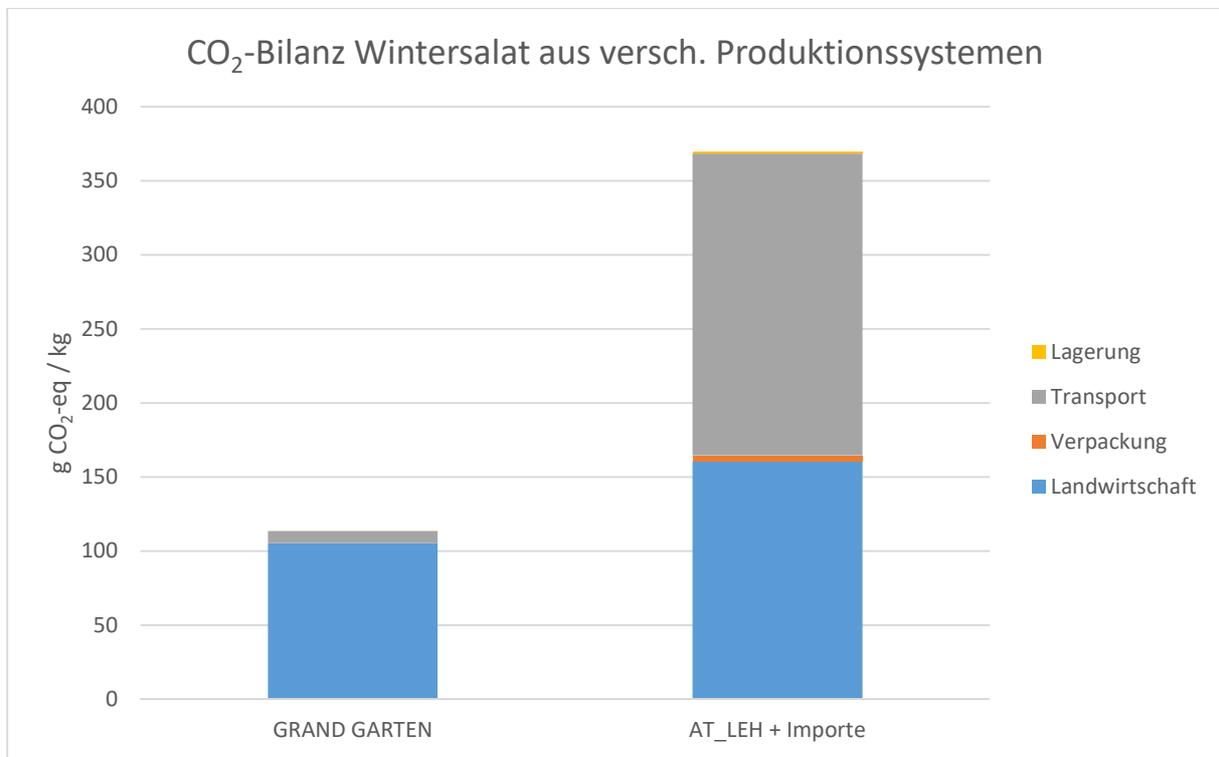


Abbildung 4: Treibhausgasemissionen von Wintersalaten in verschiedenen Produktionssystemen, Aufschlüsselung nach Lebenszyklusphasen

3.4 Landwirtschaftliche Produktion GRAND GARTEN Wintersalat

Insgesamt werden durch den GRAND GARTEN Wintersalat in der landwirtschaftlichen Produktion inkl. aller Vorketten pro Kilogramm Salat 100 g CO₂-eq verursacht. Die dabei entstehenden CO₂-eq Emissionen werden zu fast gleichen Teilen durch die Produktion der Jungpflanzen, der Bodenbearbeitung vor der Pflanzung und nach der Ernte sowie der Bewässerung verursacht. Der Wintersalat wird nicht gedüngt, wodurch für die Wintersalate auch keine Humusanreicherung angerechnet wurde. Es entstehen dadurch auch fast keine Lachgasemissionen.

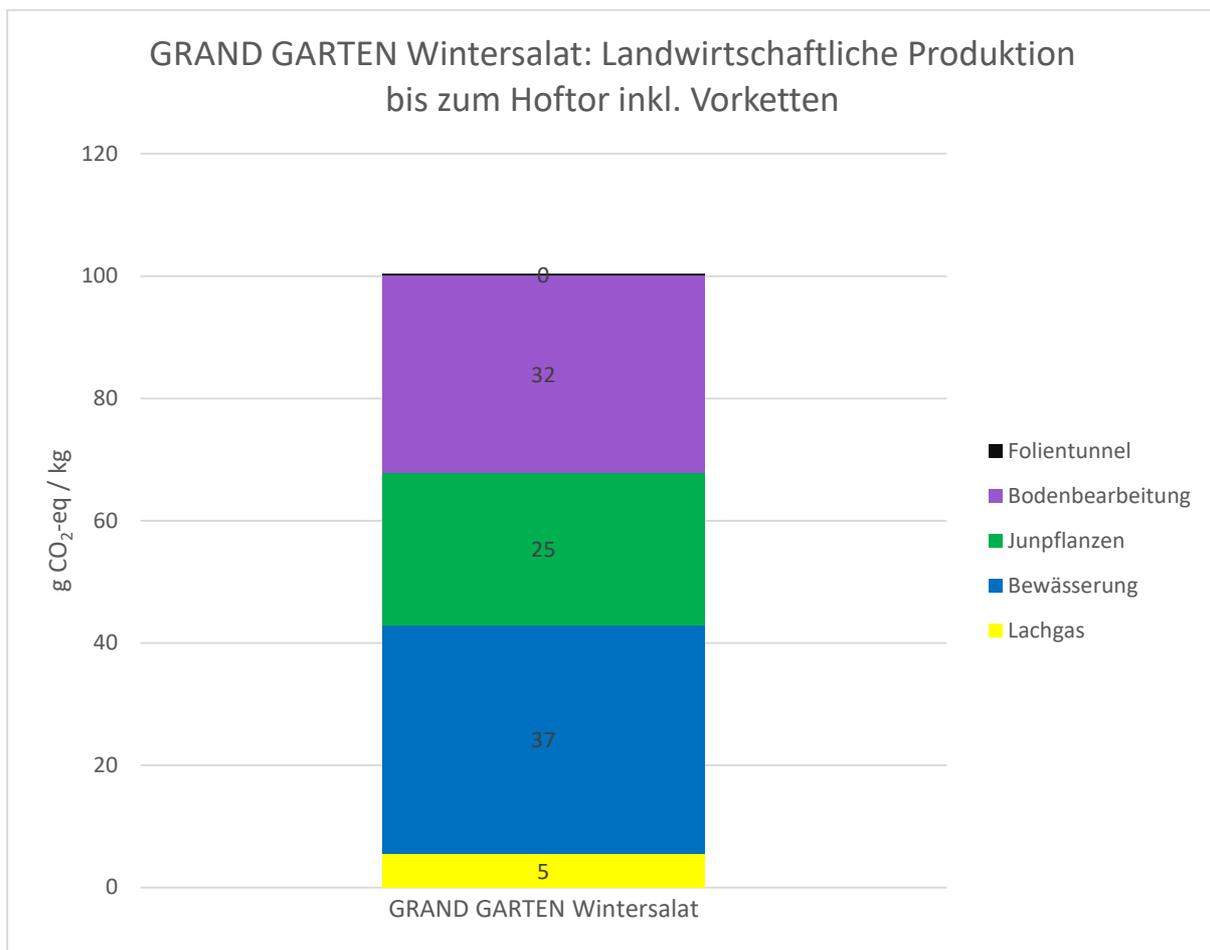


Abbildung 5: Treibhausgasemissionen von GRAND GARTEN Wintersalat in der landwirtschaftlichen Produktion, Aufschlüsselung der wichtigsten Treiber

3.5 Grünkohl aus verschiedenen Produktionssystemen

Die CO₂-Bilanz des GRAND GARTEN Grünkohls (von der landw. Produktion bis zur Verteilstation) ist mit 136 g CO₂-eq / kg besser als durchschnittlicher Grünkohl der im LEH (inkl. den Importen) erhältlich ist (251g CO₂-eq). Aufgrund fehlender Daten zur landwirtschaftlichen Produktion in Österreich wurde ein Sekundärdatensatz aus der Agri-Footprint Datenbank gewählt, der niederländische Produktionsverhältnisse widerspiegelt. Die Aussagekraft des Vergleichs mit LEH Grünkohl aus Österreich ist dadurch, zumindest für die landwirtschaftliche Produktion, limitiert. Die Transportemissionen bilden die Situation in Österreich jedoch ab und es lässt sich erkennen, dass das lokale Vertriebssystem geringere Treibhausgasemissionen aufweist.

Österreich kann sich zu 64% mit Kohlgemüse selbst versorgen (hier fehlen konkrete Daten zum Selbstversorgungsgrad von Grünkohl, weil Statistik Austria den Selbstversorgungsgrad nur für die Gruppe „Kohlgemüse“ ausweist). Deshalb wurden die Importe mit 36% beziffert. Vermutlich ist der Importanteil von Grünkohl jedoch um einiges höher. Berücksichtigt man die für die 36% Importgemüse aus Spanien, Italien und Deutschland zusätzlich verursachten Treibhausgasemissionen, ergeben sich also fast die doppelten CO₂-Emissionen verglichen mit den CO₂-Emissionen des Grünkohls aus dem GRAND GARTEN.

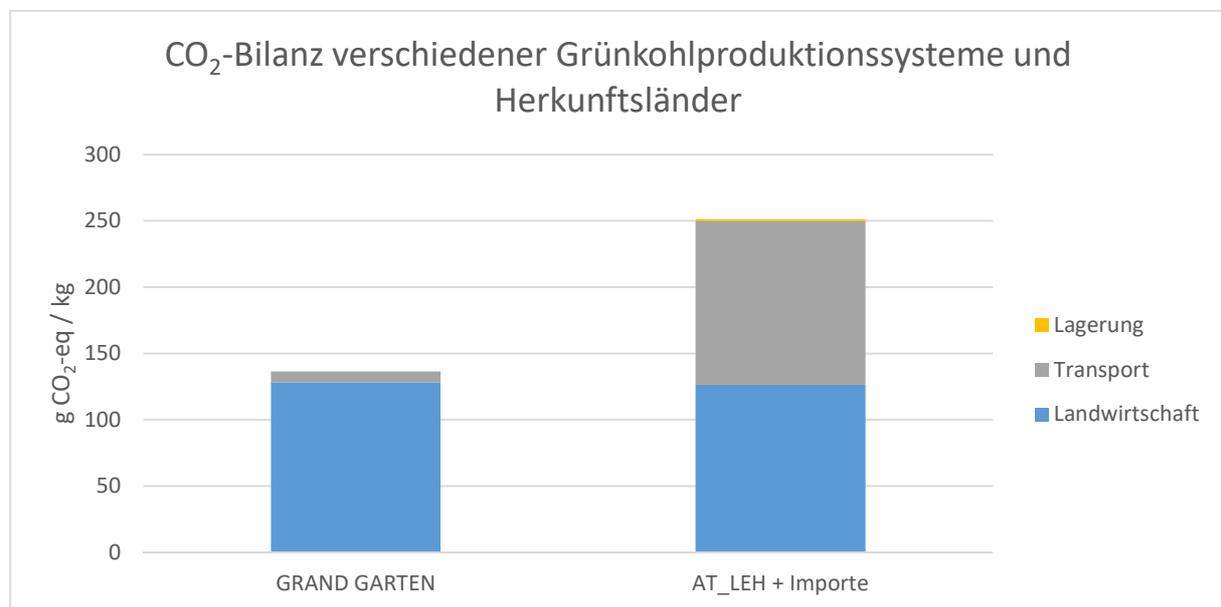


Abbildung 6: Treibhausgasemissionen von Grünkohl in verschiedenen Produktionssystemen, Aufschlüsselung nach Lebenszyklusphasen

3.6 Landwirtschaftliche Produktion GRAND GARTEN Grünkohl

Insgesamt werden im GRAND GARTEN während der landw. Produktion inkl. aller Vorketten pro Kilogramm Grünkohl 122g CO₂-eq verursacht. Der größte Anteil stammt aus der Produktion der Jungpflanzen. Aufgrund fehlender Daten wurde als Ersatz auf die Klimawirkung der Jungpflanzenproduktion von Tomaten zurückgegriffen. Die Produktion des Komposts und des Transfermulchs (Luzerne), verursachen gemeinsam 22 g CO₂-eq / kg. Pro Hektar Grünkohl werden 3 t Kompost ausgebracht, was äquivalent zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen durch Humusaufbau von 14g CO₂-eq pro Kilogramm Grünkohl führt.

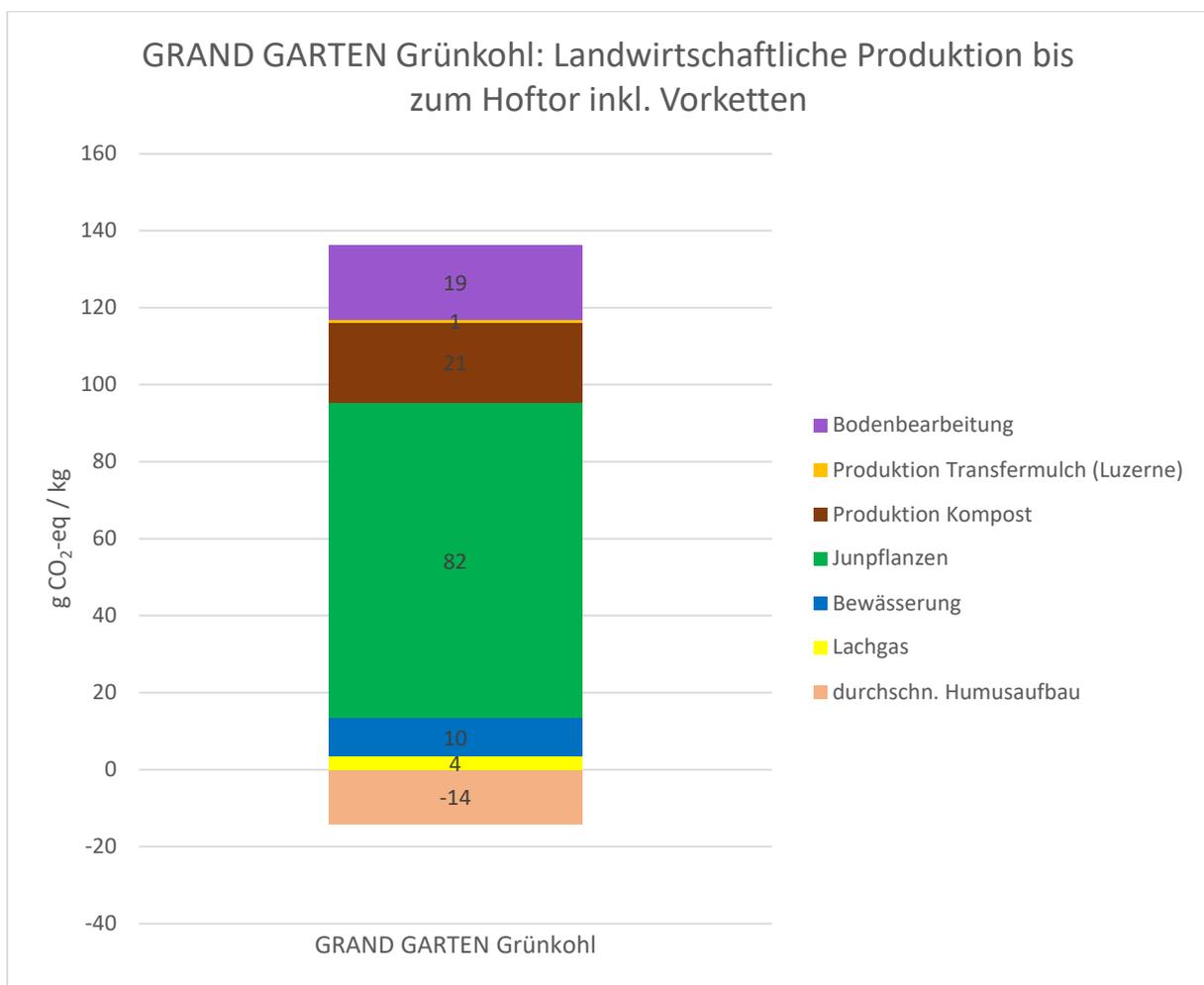


Abbildung 7: Treibhausgasemissionen von GRAND GARTEN Grünkohl in der landwirtschaftlichen Produktion, Aufschlüsselung der wichtigsten Treiber

4 Fazit und Optimierungspotentiale

Zusammenfassend können folgende Schlussfolgerungen festgehalten werden:

- Für alle drei untersuchten Gemüsearten (Tomate, Wintersalat und Grünkohl) schneidet die Klimabilanz des GRAND GARTENS (landw. Produktion inkl. aller Vorketten bis zur Verteilstation) im Vergleich zum im LEH in Österreich verfügbaren Gemüse inkl. den Importen aus dem Ausland deutlich besser ab. Im Fall des Grünkohls um 45%, des Wintersalats um 70% und der Tomaten sogar um 80%.
- Marktgärten haben das Potential, durch den Einsatz von Kompost Humus aufzubauen und dadurch zumindest einen Teil des im Kompost vorhandenen Kohlenstoffs langfristig im Boden zu speichern. Wertvolle Ökosystemdienstleistungen (z.B.: Wasserrückhaltefähigkeit -infiltration, Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit und Kohlenstoffspeicherung, Erhalt der Artenvielfalt, Erosionsschutz, Erhöhung der Produktivität, Nährstoffmanagement) werden dadurch unterstützt. Die Böden sind damit für kommende Wetterextreme (Trockenheit, Extremniederschläge etc.) weniger anfällig.
- Im Vergleich zum Gemüse aus dem LEH fallen weniger Verpackungsmaterial und somit weniger klimawirksame Emissionen aus Verpackungen an.
- Die lokale Vermarktung und die damit verbundenen kurzen Transportstrecken sowie der Einsatz eines elektrisch betriebenen Van (NME Cargo) senken die Transportemissionen im Vergleich zu den nationalen LEH Transporten sowie den Transporten für Importgemüse deutlich.
- Die landwirtschaftliche Produktion für die Tomate und Wintersalat schneiden zwar etwas schlechter ab. Die Aussagekraft des alleinigen Vergleichs der landwirtschaftlichen Produktion mit den Vergleichsdaten ist jedoch mit Vorsicht zu genießen. Zum einen lag der Fokus der Studie auf dem gesamthaften Vergleich von LEH Gemüse inkl. den Importen. Zum anderen beziehen sich verfügbare Vergleichsdatensätze auf andere geographische Bedingungen (z.B. Grünkohl – Niederlande), die keine eindeutige Schlussfolgerungen für den Vergleich mit dem GRAND GARTEN System zulassen.

4.1 Weiterführende Arbeiten und offene Forschungsfelder

- Um die CO₂-Bilanz zu validieren, empfehlen wir die für die Modellierung angenommenen Daten wie Hektarerträge und aufgebrauchte Kompostmengen im Jahr 2023 zu messen und die Berechnungen mit den tatsächlichen Primärdaten nochmals durchzuführen.
- Außerdem würde eine detailliertere Datenerhebung, als es im Rahmen dieser Studie möglich war, für z.B. Jungpflanzenproduktion (v.a. Grünkohl), Dieserverbrauch, Schlauchdicke und Lebensdauer der Tropfbewässerungsschläuche etc. zu einer noch besseren Datenqualität der Prozessdaten führen.
- Für eine detaillierte Berechnung der Humusbilanz müsste erhoben werden, wie groß der Anteil des tatsächlich fixierten Kohlenstoffs ist und wie viel sich verflüchtigt. Dafür müssten die komplexen Zusammenhänge der Humusdynamik eingehender untersucht werden, was im Rahmen dieser Studie nicht möglich war.
- Die potentiell zusätzliche N-Fixierung und C-Bindung durch den Luzerne-Transfermulch konnte nicht mit validen Daten quantifiziert werden und deshalb nicht in die Ökobilanz integriert werden. Hierzu bedarf es weiteren Forschungsaktivitäten, um die potentielle Klimawirkung in der Ökobilanz abbilden zu können.

Literatur

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

Schatzler M. und Lindenthal, T. (2020): Einfluss von unterschiedlichen Ernährungsweisen auf Klimawandel und Flächeninanspruchnahme in Österreich und Übersee(DIETCCLU). Endbericht von StartClim2019.BinStartClim2019: Weitere Beiträge zur Umsetzung der österreichischen Anpassungsstrategie, Auftraggeber: BMLFUW, BMWF, ÖBf, Land Oberösterreich

VDLUFA (2014): Humusbilanzierung – eine Methode zur Analyse und Bewertung der Humusversorgung von Ackerland. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA).