Agroscope Science | Nr. 242 / 2026



Messung des Beitrages der Inlandproduktion zur Ernährungssicherheit

Schlussbericht Teilprojekt 1 – Einflussfaktoren des Selbstversorgungsgrads

Autorinnen und Autoren

Christian Ritzel, Gabriele Mack

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt

Impressum

Herausgeber	Agroscope Schwarzenburgstrasse 161 3003 Bern www.agroscope.ch
Auskünfte	christian.ritzel@agroscope.admin.ch
Gestaltung	Jacqueline Gabriel
Titelbild	Carole Parodi
Download	www.agroscope.ch/science
Copyright	© Agroscope 2026
ISSN	2296-729X
DOI	https://doi.org/10.34776/as242g

Haftungsausschluss :

Die in dieser Publikation enthaltenen Angaben dienen allein zur Information der Leser/innen. Agroscope ist bemüht, korrekte, aktuelle und vollständige Informationen zur Verfügung zu stellen – übernimmt dafür jedoch keine Gewähr. Wir schliessen jede Haftung für eventuelle Schäden im Zusammenhang mit der Umsetzung der darin enthaltenen Informationen aus. Für die Leser/innen gelten die in der Schweiz gültigen Gesetze und Vorschriften, die aktuelle Rechtsprechung ist anwendbar.

Inhalt

Zusammenfassung **4**
Resumé **6**
Summary **8**
Raissunto **9**
1 Einleitung **11**
2 Welche Faktoren beeinflussen den Selbstversorgungsgrad? **14**
2.1 Methoden 14
2.1.1 Systematische Literaturanalyse 14
2.1.2 Analysen der ausgewählten Studien 15
2.2 Resultate 18
2.2.1 Studienmerkmale 18
2.2.2 Framework – Einflussfaktoren des Selbstversorgungsgrads 21
2.2.3 Akteure und Handlungen mit Einfluss auf den Selbstversorgungsgrad 24
2.3 Diskussion 29
3 Empirische Analysen **30**
3.1 Datengrundlage und Methoden 30
3.1.1 Datengrundlage 30
3.1.2 Methoden 32
3.2 Empirische Resultate 35
3.2.1 Einflussfaktoren auf den Selbstversorgungsgrad 35
3.2.2 Der Selbstversorgungsgrad der Schweiz im Vergleich zu ausgewählten Ländern aus Europa 39
3.2.3 Länder mit ähnlichen natürlichen und ökonomischen Bedingungen wie die Schweiz 44
3.2.4 Vergleichsländer zur Schweiz auf Basis K-Medoids-Clusteranalyse 53
3.3 Diskussion 61
3.3.1 Relevanz der Einflussfaktoren des Selbstversorgungsgrad 61
3.3.2 Länder mit vergleichbaren Bedingungen wie die Schweiz auf Basis Mahalanobis-Distanz-Matching 62
3.3.3 Vergleichsländer auf Basis der K-Medoids-Clusteranalyse 64
4 Schlussfolgerungen **67**
5 Datenquellen **68**
6 Literaturverzeichnis **69**
7 Abbildungsverzeichnis **74**
8 Tabellenverzeichnis **76**
Anhang A **78**
Anhang B **84**
Anhang C **87**
Anhang D **90**
Anhang E **93**
Anhang F **96**

Zusammenfassung

Das Konzept „Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln" bezeichnet die Fähigkeit eines Landes, ausreichend Nahrungsmittel für seine Bevölkerung zu produzieren. Der Selbstversorgungsgrad (SVG) ergibt sich dabei aus dem Verhältnis zwischen inländischer Produktion und inländischem Verbrauch.

Globale Schocks wie die COVID-19-Pandemie und der Krieg in der Ukraine haben das Thema Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln in importabhängigen Ländern wieder auf die politische Tagesordnung gebracht. Vor diesem Hintergrund ging die vorliegende Studie den folgenden drei Forschungsfragen nach:

1) Welche Faktoren beeinflussen den SVG eines Landes?
2) Welche Einflussfaktoren sind die relevantesten?
3) Wie hoch ist der SVG der Schweiz im Vergleich zu Ländern mit ähnlichen ökonomischen und natürlichen Bedingungen?

Zur Beantwortung der Forschungsfrage (1) wurde eine systematische Literaturanalyse durchgeführt, um die Faktoren zu ermitteln, welche den Selbstversorgungsgrad eines Landes beeinflussen. Basierend auf den PRISMA-Richtlinien (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) wurden mittels ausgewählten Suchstrings 92 wissenschaftliche Studien in den Datenbanken Scopus und Web of Science zu diesem Thema gefunden. Mithilfe induktiver Kodierung wurden die in den Studien betrachteten Einflussfaktoren (z. B. Klimawandel, landwirtschaftliche Nutzfläche, Bevölkerungsgrösse, pflanzen-basierte Ernährungsweise und Handelsprotektionismus) folgenden übergeordneten Kategorien zugeordnet: externe Ereignisse, landwirtschaftliche Inputs, makroökonomische Faktoren, Ernährungsgewohnheiten, Handels- und Agrarpolitik, Urbanisierung, alternative landwirtschaftliche Produktionssysteme sowie Lebensmittelverschwendung und -verluste. Mittels der Methode der Multi-Akteurs-Konstellation wurden Akteure und Massnahmen identifiziert, die diese Faktoren beeinflussen. Die Studien zeigten, dass politische Entscheidungsträger/innen für die Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln wichtig sind, da sie geeignete institutionelle Rahmenbedingungen wie z. B. Gesetze, Gewaltenteilung sowie Verwaltung und Behörden schaffen können. Eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion und eine Veränderung der Essgewohnheiten hin zu mehr pflanzlichen Produkten wirken sich ebenfalls positiv auf die Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln aus. Allerdings zeigten die Studien auch, dass eine Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion negative Auswirkungen auf die Umwelt hat und die Produktionsgrundlagen langfristig schädigen können. Eine Ernährungsumstellung hat dagegen positive Auswirkungen auf die Umwelt.

Die Beantwortung der Forschungsfragen (2) und (3) erfolgte mithilfe ökonometrischer Analysen. Der kalorienbasierte SVG (SVG kcal = einheimische Produktion kcal × 100 / (einheimische Produktion kcal + Importe kcal – Exporte kcal)) wurde für die Jahre 2010–2020 mithilfe von Nahrungsmittelbilanz-Daten (Food Balance Sheets) berechnet, welche von der FAO zur Verfügung gestellt werden. Als mögliche Einflussfaktoren wurden die Variablen „Ackerfläche pro Kopf", „Landwirtschaftsfläche pro Kopf", „durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur", „Bruttoinlandsprodukt pro Kopf", „Stickstoffdüngung" und „Pflanzenschutzmittelanwendung" ausgewählt. Diese Variablen wurden aus der Literaturanalyse abgeleitet. Zudem wiesen die Daten eine gute zeitliche und geografische Abdeckung auf. Um die Relevanz und die Effektrichtung dieser Einflussfaktoren zu ermitteln (Forschungsfrage (2), wurde eine Regressionsanalyse der kleinsten Quadrate (Ordinary Least Squares; OLS-Regression) durchgeführt. Diese zeigten, dass die Ackerfläche pro Kopf und die durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur eines Landes den SVG am stärksten beeinflussen. Sowohl die Ackerfläche pro Kopf als auch die Durchschnittstemperatur hatten einen positiven Effekt auf den SVG. Länder mit ähnlichen ökonomischen und natürlichen Bedingungen (z. B. Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, Oberflächentemperatur, Landwirtschafts- und Ackerfläche pro Kopf) wie die Schweiz wurden mittels Mahalanobis-Distanz-Matching und einer K-Medoids-Clusteranalyse identifiziert (Forschungsfrage (3).

Mittels einer Regressionsanalyse der kleinsten Quadrate wurde untersucht, wie sich die Schweiz im Vergleich zu Ländern mit einem ähnlichen SVG hinsichtlich der Einflussfaktoren auf den SVG (Ackerfläche pro Kopf, Landwirtschaftsfläche pro Kopf, durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur, Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, Stickstoffdüngung und Pflanzenschutzmittel-Anwendung) unterscheidet. Zu den Ländern, die einen ähnlichen SVG wie die Schweiz aufweisen, zählen Japan, Süd-Korea, die Niederlande, Österreich oder Belgien. Diese waren jedoch – bis auf wenige Ausnahmen – im Hinblick auf die untersuchten Einflussfaktoren signifikant verschieden von der Schweiz. Ein Vergleich war somit nur bedingt möglich. Es zeigte sich jedoch, dass sich Unterschiede im SVG

zwischen der Schweiz und vergleichbaren Ländern teilweise durch Unterschiede bei den Einflussfaktoren erklären lassen. So zeigte sich, dass eine grössere Acker- und Landwirtschaftsfläche pro Kopf tendenziell mit einem höheren SVG einhergeht. Ferner kann festgestellt werden, dass die Situation der Schweiz im Hinblick auf die Selbstversorgung nicht wesentlich besser oder schlechter ist als in Ländern mit ähnlichen natürlichen[1] und ökonomischen[2] Bedingungen.

[1] Natürliche Bedingungen: Ackerfläche pro Kopf; Landwirtschaftsfläche pro Kopf, Durchschnittstemperatur.
[2] Ökonomische Bedingungen: Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, PSM-Anwendung, Stickstoffdüngung.

Resumé

Le concept d'«auto-approvisionnement en denrées alimentaires» désigne la capacité d'un pays à produire suffisamment d'aliments pour subvenir aux besoins de sa population. Le taux d'auto-approvisionnement (TAP) correspond au rapport entre la production et la consommation indigènes.

Des chocs mondiaux tels que la pandémie de COVID-19 et la guerre en Ukraine ont remis la question de l'autosuffisance alimentaire à l'ordre du jour en termes de politique dans les pays dépendants des importations. Dans ce contexte, la présente étude a porté sur les trois questions de recherche suivantes:

1) Quels facteurs influencent le TAP d'un pays?
2) Quels facteurs d'influence sont les plus pertinents?
3) À quel niveau se situe le TAP de la Suisse par rapport à celui de pays présentant des conditions économiques et naturelles similaires?

Pour répondre à la question de recherche (1), une analyse systématique de la littérature à ce sujet a été menée afin d'identifier les facteurs influençant le taux d'auto-approvisionnement d'un pays. Conformément aux lignes directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), 92 études scientifiques sur ce thème ont été répertoriées dans les bases de données Scopus et Web of Science au moyen de filtres de recherche définis. À l'aide d'un codage inductif, les facteurs d'influence pris en compte dans les études (par exemple, changement climatique, surface agricole utile, taille de la population, régimes alimentaires à base de denrées alimentaires d'origine végétale et protectionnisme commercial) ont été classés dans les catégories générales suivantes: événements externes, intrants agricoles, facteurs macroéconomiques, habitudes alimentaires, politiques commerciale et agricole, urbanisation, systèmes de production agricole alternatifs ainsi que gaspillage et pertes alimentaires. La méthode de la constellation multi-acteurs a permis d'identifier les acteurs et les mesures influençant ces facteurs. Les études ont montré que les décideurs politiques jouent un rôle important dans l'auto-approvisionnement en denrées alimentaires, car ils peuvent mettre en place un cadre institutionnel favorable, tel que des lois, la séparation des pouvoirs ainsi que l'administration et les institutions publiques. Une intensification de la production agricole et une évolution des habitudes alimentaires vers davantage de produits d'origine végétale ont également un impact positif sur l'autosuffisance alimentaire. Cependant, les études ont également montré qu'une intensification de la production agricole a des effets négatifs sur l'environnement et peut nuire à long terme aux bases de production. En revanche, l'évolution des habitudes alimentaires exerce des effets positifs sur l'environnement.

Les questions de recherche (2) et (3) ont été traitées à l'aide d'analyses économétriques. Le TAP basé sur les calories (TAP kcal = production indigène en kcal × 100 / (production indigène en kcal + importations en kcal – exportations en kcal)) a été calculé pour les années 2010 à 2020 à l'aide des données des bilans alimentaires (Food Balance Sheets) mises à disposition par la FAO. Les variables suivantes ont été retenues comme facteurs d'influence potentiels: «surface cultivable par habitant», «surface agricole par habitant», «température moyenne annuelle à la surface», «produit intérieur brut par habitant», «fertilisation azotée» et «utilisation de produits phytosanitaires». Ces variables ont été dérivées à partir de l'analyse de la littérature. Les données présentaient également une bonne couverture temporelle et géographique. Afin de déterminer la pertinence et la le sens de l'effet de ces facteurs d'influence (question de recherche (2), une analyse de régression par les moindres carrés (Ordinary Least Squares; OLS-Regression) a été réalisée. Celle-ci a montré que la surface cultivable par habitant et la température moyenne annuelle à la surface d'un pays sont les facteurs qui influencent le plus le TAP. Tant la surface cultivable par habitant que la température moyenne ont eu un effet positif sur le TAP. Les pays présentant des conditions économiques et naturelles similaires (par exemple, produit intérieur brut par habitant, température à la surface, surface agricole et surface cultivable par habitant) à celles de la Suisse ont été identifiés à l'aide d'un appariement par distance de Mahalanobis et d'une analyse de cluster par la méthode des K-médoïdes (question de recherche (3)).

Une régression par les moindres carrés ordinaire (OLS) a été utilitée afin d'étudier dans quelle mesure la Suisse se distingue des pays présentant un TAP similaire en ce qui concerne les facteurs influençant le TAP (surface cultivable par habitant, surface agricole par habitant, température moyenne annuelle à la surface, produit intérieur brut par habitant, fertilisation azotée et utilisation de produits phytosanitaires). Parmi les pays présentant un taux d'auto-approvisionnement en denrées alimentaires (TAP) similaire à celui de la Suisse figurent le Japon, la Corée du Sud, les Pays-Bas, l'Autriche ou la Belgique. Ceux-ci présentaient toutefois – à quelques exceptions près – des différences

significatives par rapport à la Suisse en ce qui concerne les facteurs d'influence étudiés. Une comparaison n'était donc possible que dans une mesure limitée. Il est toutefois apparu que les différences de TAP entre la Suisse et les pays comparables s'expliquaient en partie par des différences au niveau des facteurs d'influence, par exemple une surface plus importante en terres cultivables et en terres agricoles par habitant (TAP plus élevé). On constate par ailleurs que la situation de la Suisse en matière d'autosuffisance n'est ni significativement meilleure ni nettement moins bonne que celle de pays présentant des conditions naturelles[3] et économiques[4] similaires.

[3] Conditions naturelles: surface de terres arables par habitant; surface agricole par habitant; température moyenne.
[4] Conditions économiques: produit intérieur brut par habitant, utilisation de produits phytosanitaires, fertilisation azotée.

Summary

The concept of 'food self-sufficiency' describes a country's ability to produce sufficient food for its population. The self-sufficiency ratio (SSR) is calculated by dividing domestic production by domestic consumption.

Global shocks such as the COVID-19 pandemic and the war in Ukraine have once again put the issue of food self-sufficiency on the political agenda of import-dependent countries. In view of this, the present study investigated the following three research questions:

1) What factors influence a country's SSR?
2) Which influencing factors are the most relevant?
3) How high is Switzerland's SSR compared to that of countries with similar economic and natural conditions?

To answer research question (1), a systematic literature review was conducted to identify the factors influencing a country's SSR. Based on the PRISMA (=Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) Guidelines, selected search strings were used to find 92 scientific studies on this subject in the Scopus and Web of Science databases. Through inductive coding, the influencing factors considered in the studies (e.g. climate change, utilised agricultural area, population size, plant-based diets and trade protectionism) were assigned to the following overarching categories: 'external events', 'agricultural inputs', 'macroeconomic factors', 'dietary habits', 'trade and agricultural policy', 'urbanisation', 'alternative agricultural production systems' and 'food waste and loss'. The 'multi-actor constellation' method was used to identify actors and measures influencing these factors. The studies showed that policy decision-makers are important for food self-sufficiency, as they can create suitable institutional framework conditions such as e.g. laws, separation of powers, administration and public institutions. Intensification of agricultural production and a change in eating habits towards more plant products also have a positive effect on food self-sufficiency. However, the studies also showed that intensifying agricultural production has adverse effects for the environment and can damage the bases of production over the long-term. By contrast, dietary change has positive effects on the environment.

Econometric analyses were used to answer research questions (2) and (3). The calorie-based SSR (SSR kcal = domestic production kcal × 100 / (domestic production kcal + imports kcal – exports kcal)) was calculated for the years 2010–2020 using food balance sheets made available by the FAO. The variables 'arable area per capita', 'agricultural area per capita', 'average annual surface temperature', 'gross domestic product per capita', 'nitrogen fertilisation' and 'plant-protection product application' were selected as potential influencing factors. These variables were derived from the literature review. The data also had good temporal and geographic coverage. To determine the relevance and direction of effect of these influencing factors (research question (2)), an Ordinary Least Squares (OLS) regression was performed. This showed that the arable area per capita and the average annual surface temperature of a country have the strongest influence on the SSR. Both the arable area per capita and the average temperature had a positive effect on the SSR. Countries with similar economic and natural conditions (e.g. gross domestic product per capita, surface temperature, agricultural and arable area per capita) to Switzerland were identified by means of Mahalanobis distance matching and a K-medoids cluster analysis (research question (3)).

An OLS regression was used to investigate how Switzerland differs from countries with a similar SSR in terms of the factors influencing the SSR (arable area per capita, agricultural area per capita, average annual surface temperature, gross domestic product per capita, nitrogen fertiliser use and plant-protection product application). Japan, South Korea, The Netherlands, Austria and Belgium are among the countries with a similar SSR to Switzerland. Apart from a few exceptions, however, these countries differed significantly from Switzerland in terms of the examined influencing factors. Consequently, a comparison was only possible to a limited extent. Nevertheless, it appeared that differences in SSR between Switzerland and comparable countries can in some cases be explained by differences in the influencing factors. Thus, it was found that a larger arable and agricultural area per capita was associated with a higher SSR. Furthermore, it can be concluded that Switzerland's self-sufficiency level is neither significantly better nor worse than that of countries with similar natural[5] and economic[6] conditions.

[5] Natural conditions: arable area per capita; agricultural area per capita, average temperature.
[6] Economic conditions: gross domestic product per capita, PPP application, nitrogen fertilisation.

Raissunto

Il concetto di «autosufficienza alimentare» indica la capacità di un Paese di produrre alimenti in quantità sufficiente per la propria popolazione. Il grado di autosufficienza alimentare (GAA) risulta dal rapporto tra produzione interna e consumo interno.

Gli shock globali, come per esempio la pandemia di COVID-19 e la guerra in Ucraina, hanno riportato il tema dell'autosufficienza alimentare al centro dell'agenda politica dei Paesi che dipendono dalle importazioni di prodotti alimentari. In questo contesto, il presente studio ha cercato di rispondere ai tre quesiti di ricerca seguenti.

1) Quali fattori influenzano il GAA di un Paese?
2) Quali sono i fattori d'influenza più rilevanti?
3) Qual è il GAA della Svizzera rispetto a Paesi con condizioni economiche e naturali simili?

Per rispondere al quesito di ricerca (1) è stata condotta un'analisi bibliografica sistematica finalizzata a individuare i fattori che influenzano il GAA di un Paese. Sulla base delle linee guida PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), con l'ausilio di determinate stringhe di ricerca, sono stati individuati 92 studi scientifici su questo tema nelle banche dati Scopus e Web of Science. Mediante la codifica induttiva, i fattori d'influenza considerati negli studi (p es. cambiamenti climatici, superficie agricola utile, dimensione della popolazione, dieta vegetale e protezionismo commerciale) sono stati classificati nelle seguenti categorie di livello superiore: eventi esterni, input agricoli, fattori macroeconomici, abitudini alimentari, politica commerciale e agricola, urbanizzazione, sistemi di produzione agricola alternativi nonché sprechi e perdite alimentari. Attraverso il metodo della costellazione multi-attore sono stati identificati gli attori e le misure che influenzano questi fattori. Dagli studi emerge l'importanza dei decisori politici per l'autosufficienza alimentare, in quanto possono creare condizioni quadro istituzionali adeguate, quali per esempio leggi, separazione dei poteri, amministrazione e autorità. Anche un'intensificazione della produzione agricola e un cambiamento delle abitudini alimentari nella direzione di un maggiore consumo di prodotti vegetali hanno un impatto positivo sull'autosufficienza alimentare. Tuttavia, gli studi hanno dimostrato anche che l'intensificazione della produzione agricola ha effetti negativi sull'ambiente e può danneggiare le basi di produzione a lungo termine. Un cambiamento nelle abitudini alimentari ha invece effetti positivi sull'ambiente.

Le risposte ai quesiti di ricerca (2) e (3) sono state individuate con l'ausilio di analisi econometriche. Il GAA basato sulle calorie (GAA kcal = produzione interna kcal × 100 / [produzione interna kcal + importazioni kcal – esportazioni kcal]) è stato calcolato per gli anni 2010–2020 utilizzando i dati dei bilanci alimentari (Food Balance Sheets) messi a disposizione dalla FAO. Come possibili fattori d'influenza sono state selezionate le variabili «superficie coltiva pro capite», «superficie agricola pro capite», «temperatura media annua superficiale», «prodotto interno lordo pro capite», «concimazione azotata» e «utilizzo di prodotti fitosanitari». Queste variabili sono state ricavate dall'analisi della bibliografia. Inoltre, i dati presentavano una buona copertura temporale e geografica. Per determinare la rilevanza e la direzione dell'effetto di questi fattori d'influenza (quesito di ricerca [2]), è stata condotta un'analisi della regressione dei minimi quadrati (Ordinary Least Squares; regressione OLS). I risultati hanno dimostrato che la superficie coltiva pro capite e la temperatura media annua superficiale di un Paese sono i fattori che influenzano maggiormente il GAA. Sia la superficie coltiva pro capite che la temperatura media hanno avuto un effetto positivo sul GAA. I Paesi con condizioni economiche e naturali simili a quelle della Svizzera (p. es. prodotto interno lordo pro capite, temperatura superficiale, superficie agricola e coltiva pro capite) sono stati identificati mediante il matching con la distanza di Mahalanobis e un'analisi dei cluster tramite K-Medoids (quesito di ricerca [3]).

Con l'ausilio di un'analisi della regressione dei minimi quadrati è stato esaminato in che modo la Svizzera si differenzia rispetto ai Paesi con un GAA simile per quanto riguarda i fattori che influenzano il GAA (superficie coltiva pro capite, superficie agricola pro capite, temperatura media annua superficiale, prodotto interno lordo pro capite, concimazione azotata e utilizzo di prodotti fitosanitari). Tra i Paesi che presentano un GAA simile a quello della Svizzera figurano il Giappone, la Corea del Sud, i Paesi Bassi, l'Austria e il Belgio. Salvo poche eccezioni, questi Paesi denotavano tuttavia differenze significative rispetto alla Svizzera per quanto riguarda i fattori d'influenza esaminati. Diventava quindi possibile procedere con un confronto solo in misura limitata. È emerso tuttavia che le differenze di GAA tra la Svizzera e i Paesi comparabili possono essere in parte spiegate dalle differenze in termini di fattori d'influenza. È emerso infatti che una maggiore superficie coltiva e agricola pro capite tende a procedere di

pari passo con un GAA più elevato. Si può inoltre constatare che, in termini di autosufficienza, la situazione della Svizzera non è sostanzialmente migliore o peggiore rispetto a quella di Paesi con condizioni naturali[7] ed economiche[8] simili.

[7] Condizioni naturali: superficie coltiva pro capite; superficie agricola pro capite, temperatura media.
[8] Condizioni economiche: prodotto interno lordo pro capite, utilizzo di prodotti fitosanitari, concimazione azotata.

1 Einleitung

Gemäss der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO 2006) können vier Dimensionen der Ernährungssicherheit eines Landes identifiziert werden: Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln, wirtschaftlicher und physischer Zugang zu Nahrungsmitteln, Nutzung von Nahrungsmitteln und Stabilität der anderen drei Dimensionen im Zeitverlauf. Der Begriff „Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln" umfasst die im Inland produzierten und in ausreichenden Mengen für den inländischen Verbrauch verfügbaren Nahrungsmittel (Corsair 2024). Dementsprechend ergibt sich der Selbstversorgungsgrad (SVG) aus dem Verhältnis von inländischer Produktion und inländischem Verbrauch. Letzterer wird nach der Formel „Produktion plus Importe minus Exporte (und Vorratsveränderungen)" berechnet (Kaufmann et al., 2022). Produktion und Verbrauch können entweder auf Basis von Kalorien oder Mengen gemessen werden (Clapp, 2017). Der kalorienbasierte SVG ist im Hinblick auf die Vergleichbarkeit von Ländern aussagekräftiger. Der SVG eines Landes kann die folgenden drei Zustände annehmen (Clapp 2015): (1) Die inländische Produktion entspricht dem inländischen Verbrauch (SVG = 100 %). (2) Die inländische Produktion ist grösser als der inländische Verbrauch. Dies bedeutet, dass ein Produktionsüberschuss und somit ein Exportpotenzial bestehen (SVG > 100 %). (3) Die inländische Produktion ist geringer als der inländische Verbrauch (SVG < 100 %). Dies bedeutet, dass ein Produktionsdefizit und somit ein Importbedarf bestehen. Zudem wird zwischen dem Brutto- und Netto-SVG unterschieden. Wird vom Brutto-SVG die Energie der importierten Futtermittel abgezogen, so erhält man den Netto-SVG (Agristat 2024).

In der Schweiz hat das Thema Selbstversorgung mit Lebensmitteln eine lange Tradition. Als Vorbereitung auf das Ausbleiben von Einfuhren hatte Friedrich Traugott Wahlen im Jahr 1940 der Öffentlichkeit einen Anbauplan präsentiert. Dieser basierte darauf, die landwirtschaftliche Produktion vermehrt auf den Ackerbau für die menschliche Ernährung auszurichten, um die Nahrungsmittelversorgung der Schweizer Bevölkerung während des zweiten Weltkriegs sicherzustellen (Tanner, 2021). Die Erfahrungen während des zweiten Weltkrieges hatten zur Folge, dass Produktions- und Selbstversorgungsziele in der Schweizer Agrarpolitik der Nachkriegsjahre fest verankert wurden (Huber, 2021).

Während der Handel weltweit in den 1980er bis in die frühen 2000er Jahre liberalisiert wurde, haben globale Schocks wie die Finanzkrise in 2007–2008 oder Lieferkettenstörungen aufgrund der COVID-19-Pandemie und des Krieges in der Ukraine zu einer Renaissance des Themas Selbstversorgung in importabhängigen Ländern beigetragen (Clapp, 2017; Yıldırım & Göker Önen, 2024). In der Folge gab es in der Schweiz eine parlamentarische Interpellation und eine Volksinitiative. So forderte etwa die Interpellation 22.3127 vom 15. März 2022, dass Landwirtinnen und Landwirte einen Teil der ökologischen Ausgleichsflächen für die landwirtschaftliche Produktion nutzen dürfen, um den Selbstversorgungsgrad zu erhöhen (Das Schweizer Parlament, 2022). Die Volksinitiative «Für eine sichere Ernährung – durch Stärkung einer nachhaltigen inländischen Produktion, mehr pflanzliche Lebensmittel und sauberes Trinkwasser (Ernährungsinitiative)» (BBl Referenz 2025 2506, Parlamentsnummer 25.067), die am 24. September 2024 formell zustande gekommen ist, strebt einen Netto-SVG von 70 % an. Im Wesentlichen zielt diese Initiative darauf ab, dass der Bund Massnahmen erlässt, die eine Ernährung auf pflanzlicher Basis sowie eine darauf ausgerichtete Land- und Ernährungswirtschaft fördern (Verein sauberes Trinkwasser für alle o. J.).

Im Zeitraum 2010–2020 sank der kalorienbasierte Brutto-SVG der Schweiz für alle Produkte von 64 % auf 57 %, der für pflanzliche Produkte von 53 % auf 46 % und der für tierische Produkte von 92 % auf 87 % (Abb. 1).

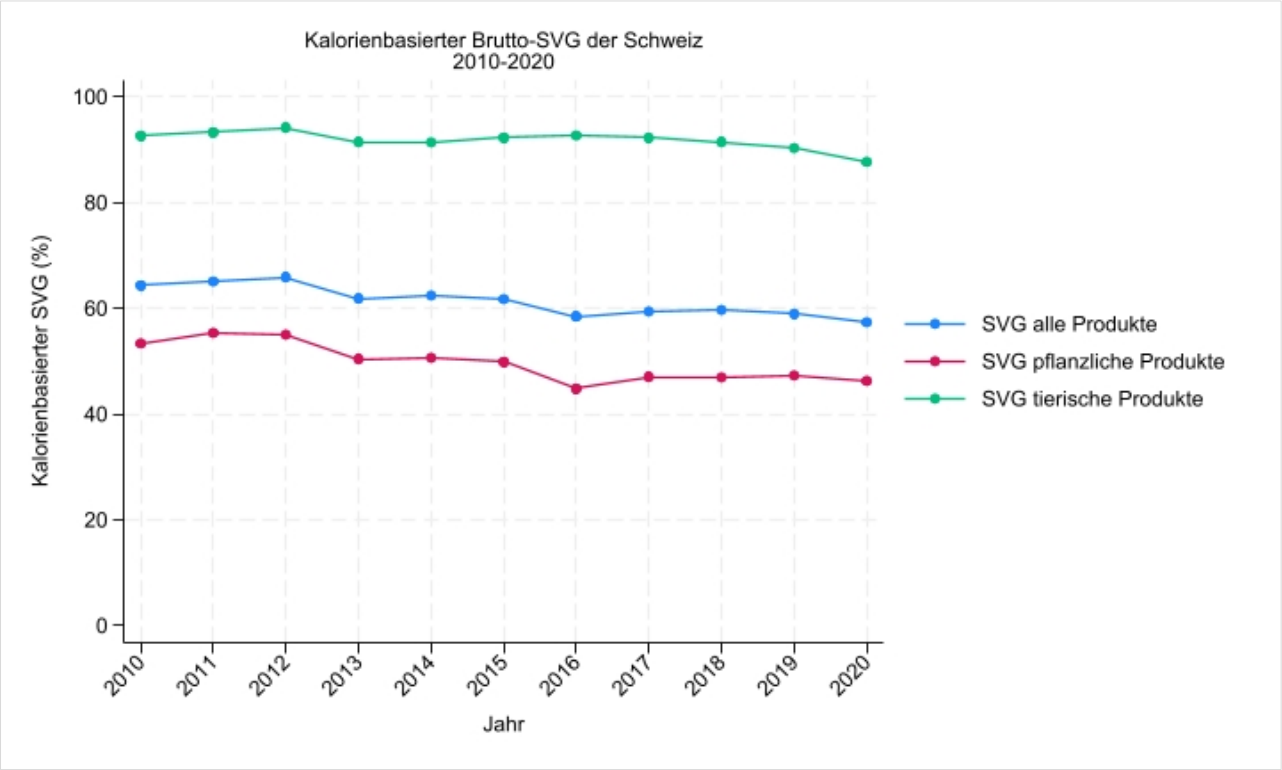


Abb. 1: Kalorienbasierter Brutto-SVG für alle Produkte (blau), pflanzliche Produkte (rot) und tierische Produkte (rot) für den Zeitraum 2010–2020 (Eigene Berechnungen auf Basis FAO Nahrungsmittelbilanz).

Somit ist die Schweiz Nettoimporteur von Agrarprodukten und Nahrungsmitteln. Mittels des Modellsystems DSS-ESSA (Decision Support System – Ernährungssicherungs-Strategie Angebotslenkun) konnten Zimmermann et al. (2017) jedoch zeigen, dass eine ressourcenschonende Ernährung auf Basis von weniger Fleisch zugunsten von mehr pflanzlichen Proteinen den Brutto-SVG im Szenario «Minimierung Umweltwirkung (Min ReCiPe)» auf 80 % erhöhen könnte. Ferjani et al. (2018) zeigten ebenfalls mithilfe des Modellsystems DSS-ESSA, dass die damalige Schweizer Bevölkerung ausschliesslich durch die inländische Produktion ernährt werden könnte, wenn Produktionsmittel wie Saatgut, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel, Maschinen und Geräte sowie Energieträger uneingeschränkt zur Verfügung stünden. Dies würde jedoch für die Bevölkerung eine Ernährungsumstellung zugunsten einer pflanzlichen Ernährung bedeuten. Eine Studie von Keller et al. (2024) zeigte, dass eine gezielte Steigerung der Produktion von Körnerleguminosen die Protein-Selbstversorgung der Schweiz massiv erhöhen könnte. Die Studien von Zimmermann et al. und Ferjani et al. aus den Jahren 2017 und 2018 entsprechen jedoch zum Teil nicht mehr den aktuellen Gegebenheiten in der Schweiz. Die Studie von Müller et al. (2025) zeigt, dass je nach Umfang der Massnahmen ein Netto-SVG von knapp 70 bis über 100 % möglich ist. Die grössten Hebel liegen in der Reduktion der Nutzung von Ackerland für die Futter- statt für die direkte Nahrungsmittelproduktion sowie in der Reduktion von Food Waste. Die Studie von von Ow (2026) geht in eine ähnliche Richtung: Eine Umstellung der Ernährung auf mehr pflanzliche Nahrungsmittel würde den Netto-SVG erhöhen. Alle angeführten Studien basieren auf Szenarioberechnungen mithilfe von Optimierungsmodellen, die auf Veränderungen der Produktion und/oder des Konsums zur Steigerung des SVG abzielen. Eine systematische Analyse der Faktoren, welche den SVG auf Länderebene beeinflussen, beispielsweise landwirtschaftliche Inputs, klimatische Veränderungen, makroökonomische Faktoren wie das Bevölkerungswachstum sowie Handels- und Agrarpolitiken, ist jedoch nicht verfügbar. Eine solche Analyse ist allerdings notwendig, um die zentralen Stellschrauben zur Steigerung des SVG sowie die damit verbundenen Akteure, Massnahmen und Zielkonflikte zu identifizieren. Darüber hinaus ist nicht bekannt, wie hoch der SVG der Schweiz im Vergleich zu Ländern mit ähnlichen ökonomischen und natürlichen Bedingungen ist und welche Einflussfaktoren relevant sind.

Vor diesem Hintergrund geht die vorliegende Studie den folgenden drei Forschungsfragen nach:

1) Welche Faktoren beeinflussen den SVG eines Landes?
2) Welche Einflussfaktoren sind die relevantesten?
3) Wie hoch ist der SVG der Schweiz im Vergleich zu Ländern mit ähnlichen ökonomischen und natürlichen Bedingungen?

Um die Forschungsfrage (1) zu beantworten, wurde eine systematische Literaturanalyse durchgeführt. Hierbei wurden die Einflussfaktoren in Kategorien zusammengefasst und in einem Framework dargestellt. Zudem wurde aufgezeigt, welche Faktoren den grössten Einfluss hatten. Darüber hinaus wurden Akteure und Massnahmen bzw. Handlungen identifiziert, die Einflussfaktoren des SVG beeinflussen können. Abschliessend wurden die Vor- und Nachteile einer auf Selbstversorgung ausgelegten Agrarpolitik diskutiert. Die systematische Literaturanalyse ist in englischer Sprache in einer begutachteten Fachzeitschrift publiziert (siehe Ritzel, 2026). Forschungsfrage (2) wurde mit Hilfe einer Regressionsanalyse beantwortet. Hierbei wurde der Einfluss der Ackerfläche pro Kopf, der Landwirtschaftsfläche pro Kopf, der Oberflächentemperatur, des Bruttoinlandsprodukts (BIP) pro Kopf, der Stickstoffdüngung und des Pflanzenschutzmittelanwendung (PSM-Anwendung) auf den SVG untersucht. Die Relevanz einzelner Einflussfaktoren wurde mittels standardisierter Beta-Koeffizienten ermittelt. Um die Forschungsfrage (3) zu beantworten, wurden Länder mit ähnlichen natürlichen und ökonomischen Bedingungen gesucht. Dabei wurden verschiedene Merkmale herangezogen, die den SVG eines Landes beeinflussen, darunter die Ackerfläche und die Landwirtschaftsfläche pro Kopf, die Oberflächentemperatur, das BIP pro Kopf, die Stickstoffdüngung und den Pflanzenschutzanwendung. Mittels Mahalanobis-Distanz-Matching (MDM) und einer K-Medoids-Clusteranalyse wurden Länder mit ähnlichen natürlichen und ökonomischen Bedingungen identifiziert. Durchschnittliche Unterschiede zwischen der Schweiz und der Schweiz ähnlichen Ländern hinsichtlich der Einflussfaktoren des SVG und des kalorienbasierten SVG für alle pflanzlichen und tierischen Produkte wurden mittels einer OLS-Regression geschätzt. Der kalorienbasierte SVG wurde auf der Grundlage der FAO-Daten zur Nahrungsmittelbilanz (Food Balance Sheets) für die Jahre 2010–2020 berechnet. Es wurden der kalorienbasierte Brutto-SVG für alle Produkte, sowie jeweils separate SVG für pflanzliche und tierische Produkte berechnet. Die übrigen Daten stammen aus den Datenbanken der Weltbank, von FAOSTAT und von Global Data Lab.

Die Studie ist wie folgt aufgebaut: In Kapitel 2 wird die systematische Literaturanalyse vorgestellt. Die empirischen Analysen werden in Kapitel 3 beschrieben und in Kapitel 4 folgen die Schlussfolgerungen.

2 Welche Faktoren beeinflussen den Selbstversorgungsgrad?

In diesem Kapitel wird Forschungsfrage (1) behandelt. Hierfür werden zunächst die verwendeten Methoden (Kapitel 2.1) beschrieben, danach werden die Ergebnisse präsentiert (Kapitel 2.2) und abschliessend diskutiert (Kapitel 2.3).

2.1 Methoden

2.1.1 Systematische Literaturanalyse

Im September 2024 wurde eine systematische Literaturanalyse mit dem Ziel durchgeführt, Faktoren zu erfassen, die den SVG auf der Makroebene (d. h. auf Landes- oder Regionsebene) beeinflussen können. Bei der Auswahl der Studien wurden die PRISMA-Richtlinien (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) eingehalten (Moher et al., 2009). Es wurden Studien unabhängig vom Erscheinungsjahr und der Art der wissenschaftlichen Arbeit (d. h. begutachtete Studie, Arbeitspapier, Buchkapitel, in Konferenzberichten veröffentlichte Studie oder Forschungsbericht) ausgewählt. Der Schwerpunkt der Literaturanalyse lag auf Faktoren, die den SVG beeinflussen. Dementsprechend sollte in den Studien der SVG als wesentliche Zielgrösse oder als eine von vielen Zielgrössen betrachtet werden. Für die Literaturanalyse wurden die Datenbanken Web of Science und Scopus verwendet. Die verwendeten Suchbegriffe und die daraus resultierende Anzahl der Publikationen, getrennt nach den Datenbanken Web of Science und Scopus, sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Die verwendeten Suchbegriffe und die daraus resultierende Anzahl der Publikationen, getrennt nach den Datenbanken Web of Science und Scopus.

Suchbegriffe	Anzahl Publikationen in Web of Science	Anzahl Publikationen in Scopus
food UND self-sufficiency UND determinants	29	66
food UND self-sufficiency UND influencing UND factors	46	51
food UND self-sufficiency UND explaining UND factors	5	3
food UND self-sufficiency UND global	236	462
food UND self-sufficiency UND comparative	31	102
food UND self-sufficiency UND trends	126	297
Gesamt	473	981

Abbildung 2 zeigt den Suchprozess zur Auswahl relevanter Studien basierend auf den PRIMSA-Richtlinien.

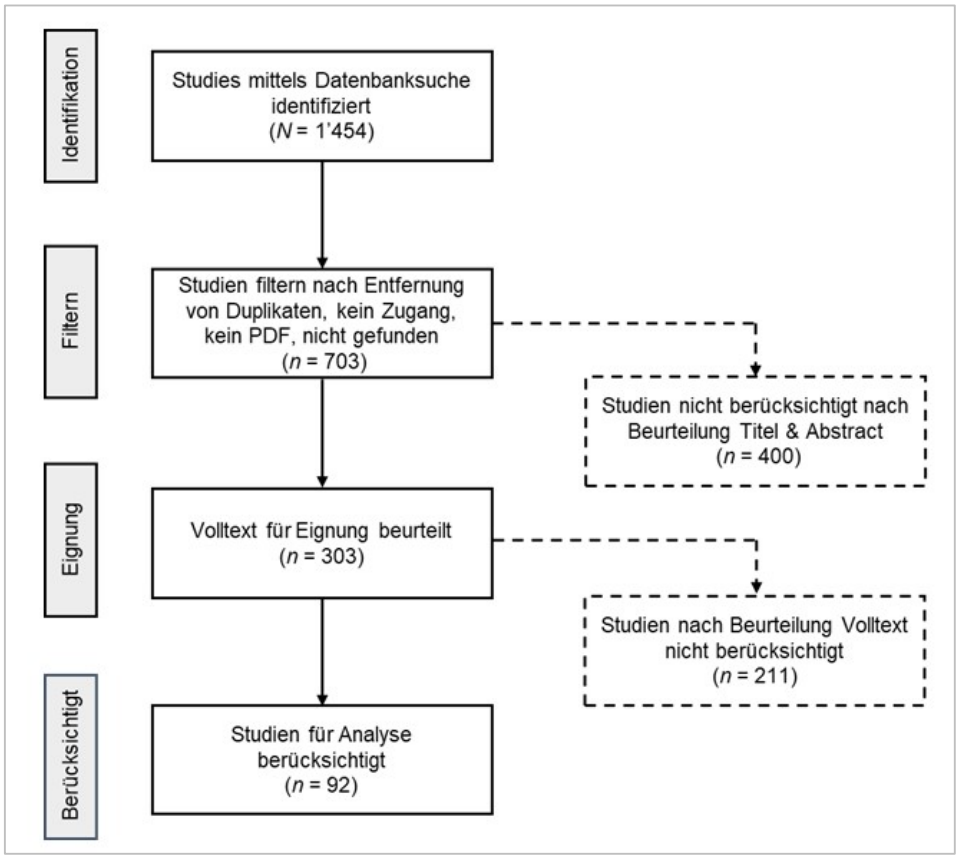


Abb. 2: Suchprozess zur Auswahl relevanter Studien basierend auf den PRIMSA-Richtlinien.

Die Literatursuche in den beiden Datenbanken ergab N = 1454 Studien. In einem ersten Schritt wurden n = 683 Studien gesichtet, nachdem Duplikate, Studien, auf die es keinen Zugriff gab, Studien, die nicht als PDF heruntergeladen werden konnten, und Studien in einer anderen Sprache als Englisch, entfernt wurden. In einem zweiten Schritt wurden die Abstracts und Titel der Studien gesichtet. Eine Studie wurde in der Literaturanalyse berücksichtigt, wenn i) sie einen Schwerpunkt auf dem SVG hatte, ii) die geografische Einheit ein Land, eine Gruppe von Ländern (einschliesslich der globalen Perspektive), eine Region innerhalb eines Landes oder mehrere Regionen innerhalb eines Landes war und iii) es sich um eine Primärquelle handelte (d. h. keine systematische Literaturanalyse wie die vorliegende). In einem dritten Schritt wurden die Kriterien auf n = 303 Volltexte angewendet. Schliesslich wurden n = 92 Studien (90 Studien in begutachteten Fachzeitschriften, 1 Forschungsbericht und 1 Arbeitspapier) anhand der definierten Kriterien ausgewählt. Die Referenzen der ausgewählten Studien befinden sich in Anhang A.

2.1.2 Analysen der ausgewählten Studien

2.1.2.1 Analyse der Studienmerkmale

Die folgenden vier Studienmerkmale wurden deskriptiv analysiert (siehe Tabelle 2 für eine Übersicht):

1. Die Art und Weise wie der SVG berechnet wurde. Der SVG wird in der Regel als Verhältnis zwischen der inländischen Produktion (Zähler) und dem inländischen Verbrauch (Nenner) gemessen. In einigen Studien wurde die Verbrauchskomponente des SVG weiter spezifiziert. Die FAO (2015) berechnet den Inlandsverbrauch (d. h. der Nenner), indem sie von der Inlandsproduktion die Importe dazuzählt und die Exporte abzieht. Deng et al. (2022) klassifizierten den inländischen Getreideverbrauch nach Verwendungszweck (d. h. für den menschlichen Verzehr, für industrielle Zwecke, als Futtermittel, als Saatgut und Verluste).
2. Der methodische Ansatz der Studie. So wurden beispielsweise Studien, die Modelle zur Vorhersage der künftigen Auswirkungen von Zollsenkungen auf den Agrarhandel und die inländische Produktion verwendeten,

als „quantitativ ex-ante“ klassifiziert, während Studien, die sich auf historischen Daten stützten und eine Regressionsanalyse durchführten, als „quantitativ ex-post“ eingestuft wurden.

3. Die für die Berechnung des SVG verwendeten Produkte. Beispielsweise wurde die Produktgruppe, die aus Obst, Gemüse (einschliesslich Wurzeln und Knollen), pflanzlichen Ölen und Fetten sowie Getreide besteht, als „pflanzliche Produkte“ kategorisiert.
4. Die geografische Einheit, die in der Studie betrachtet wurde. Die geografische Einheit kann beispielsweise ein einzelnes Entwicklungsland[9] wie z. B. Vietnam oder Thailand oder eine Gruppe von Entwicklungsländern wie alle Länder des afrikanischen Kontinents sein. Um die vier Studienmerkmale deskriptiv zu analysieren, wurde eine Excel-Datei mit vier Variablen (Messung SVG, methodischer Ansatz, Produkte und geografische Einheit) erstellt. Jede der vier Variablen kann unterschiedliche Ausprägungen / Werte annehmen. Beispielsweise nimmt die Variable „Messung SVG“ die Werte „1 = Inlandsproduktion geteilt durch Inlandsverbrauch“, „2 = Andere Definition des SVG“ und „3 = Keine Definition des SVG“ an. Schliesslich wurde die absolute Häufigkeit der ausgewählten Studien pro Jahr für den Zeitraum 1982–2024 gezählt.

Tabelle 2: Übersicht der deskriptiv analysierten Studienmerkmale.

(1) Messung SVG
1 = Einheimische Produktion / Einheimischer Konsum
2 = Andere Definition des SVG
3 = Keine Definition des SVG
(2) Methodischer Ansatz
1 = Quantitativ ex-ante
2 = Quantitativ ex-post
3 = Quantitativ ex-post und ex-ante
4 = Quantitativ ohne Zeitdimension
5 = Qualitativ narrativ
6 = Qualitativ narrativ + deskriptive Statistik
7 = Qualitativ Interviews
(3) Produkt
1 = Mehrere Getreide (z. B. Reis, Weizen, Mais, Soja)
2 = Einzelne Getreide
3 = Tierisch (Fleisch und Molkereiprodukte)
4 = Pflanzlich (Früchte, Gemüse, Öle, Getreide)
5 = Tierisch und pflanzlich
6 = Keine Spezifikation
(4) Geografische Einheit
1 = Einzelnes Entwicklungsland
2 = Gruppe von Entwicklungsländern
3 = Einzelnes Industrieland
4 = Gruppe von Industrieländern
5 = Welt
6 = Andere

[9] Die Länderklassifizierungen „Entwicklungsland“ und „Industrieland“ basieren auf UN (2024). Der Einfachheit halber wurde der Begriff „Entwicklungsland“ verwendet. Dieser Begriff umfasst auch Schwellenländer und am wenigsten entwickelte Länder.

2.1.2.2 Gruppierung individueller Einflussfaktoren des SVG und Bestimmung der Effektrichtung

Für die Literaturanalyse wurde die induktive Kategoriebildung (induktives Codieren) verwendet, um die einzelnen Einflussfaktoren des SVG übergeordneten Kategorien zuzuordnen. Zu diesem Zweck wurde der von Creswell (2002) vorgeschlagene fünfstufige Kodierungsprozess angewandt. In einem ersten Schritt wurde in einer Excel-Datei eine Variable „Faktoren“ erstellt. In einem zweiten Schritt wurden die Texte mit Fokus auf die Einflussfaktoren des SVG gesichtet und die unterschiedlichen Faktoren durch Kommas getrennt in die Variable „Faktoren” eingetragen. Sofern möglich, wurden Faktoren hinsichtlich ihres Einflusses auf die Produktion oder den Konsum unterteilt. In einem dritten Schritt wurde ein erster Entwurf von Kategorien auf Basis der unterschiedlichen Faktoren erstellt. Das bedeutet, dass für jede Kategorie eine Variable (eine Spalte) erstellt wurde, welche die Häufigkeit erfasst. Wenn ein Faktor zu einer Kategorie gehörte, wurde eine 1 vergeben, andernfalls eine 0. Durch die Erstellung von Dummy-Variablen konnten die absolute Häufigkeit bzw. die Relevanz einer Kategorie berechnet werden. In einem vierten Schritt mussten Doppelkodierungen vermieden werden, da einige Faktoren potenziell mehr als einer Kategorie zugeordnet werden konnten. Das bedeutet, dass Faktoren nur einer Kategorie zugeordnet wurden. In einem letzten Schritt wurden die Kategorien durch Verknüpfung oder Zusammenfassung verfeinert. Ausserdem wurde eine Variable (eine Spalte) erstellt, die die Häufigkeit für jeden Einflussfaktor zählt. Wenn ein Einflussfaktor mit einer Studie in Zusammenhang stand, wurde eine 1 eingegeben, andernfalls eine Null, sodass die absolute Häufigkeit bzw. die Relevanz eines Einflussfaktors über alle Studien hinweg berechnet werden konnten. Darüber hinaus wurde die Wirkungsrichtung (positiv, negativ oder gemischt) der Einflussfaktoren des SVG ermittelt.

Die Vielfalt der methodischen Ansätze und Messung des SVG ermöglichte nicht immer eine eindeutige Identifizierung der Richtung, der Grössenordnung und der statistischen Signifikanz des Effekts. Darüber hinaus war es nicht immer möglich, die Auswirkungen auf die inländische Produktion und den inländischen Verbrauch voneinander zu trennen. Beispielsweise berücksichtigten die quantitativen ex-ante-Modelle von Xu et al. (2015) oder ten Berge et al. (2019) Produktionsfaktoren oder makroökonomische Faktoren, um die zukünftige Werte des SVG zu projizieren. Die Effektrichtung der verwendeten Einflussfaktoren kann jedoch nicht identifiziert werden. Darüber hinaus wurde in n = 40 Studien nicht definiert, wie der SVG gemessen wurde (siehe Tabelle B4 in Anhang B). Dementsprechend wurde hinsichtlich der Effektrichtung nicht zwischen inländischer Produktion und inländischem Verbrauch unterschieden. Bei der Interpretation der Ergebnisse wurde jedoch, soweit möglich, zwischen inländischer Produktion und inländischem Verbrauch unterschieden.

2.1.2.3 Ein Ansatz zur Klassifizierung von Akteuren und Massnahmen mit Einfluss auf den Selbstversorgungsgrad

Die Einflussfaktoren des SVG können durch mehrere Akteure und Massnahmen bzw. Handlungen beeinflusst werden. Zur Klassifizierung der Akteure und Massnahmen wurde der Ansatz der Multi-Akteurs-Konstellationen von Berrang-Ford et al. (2021)[10] angewendet. Hierbei wurden Produzenten/-innen (Landwirte/-innen), Konsumenten/-innen (Einzelpersonen oder Haushalte) und politische Entscheidungsträger/-innen als relevante Akteure identifiziert, die Einfluss auf den SVG haben können. Die potenziellen Arten von Massnahmen sind i) verhaltensbezogene/kulturelle, ii) technische/infrastrukturelle, iii) ökosystembasierte und iv) institutionelle Massnahmen (Berrang-Ford et al., 2021). In dieser Studie spiegelt eine verhaltensbezogene oder kulturelle Massnahme eine Veränderung des Konsumverhaltens hin zu einer pflanzlichen Ernährung wider. Die Einführung innovativer landwirtschaftlicher Produktionstechnologien durch Landwirte/-innen stellt eine „technische/infrastrukturelle” Massnahme dar. Ökosystembasierte Klimaschutzmassnahmen sind Teil naturbasierter Lösungen (nature-based solutions), die Massnahmen zum Management oder zur Wiederherstellung natürlicher oder veränderter Ökosysteme umfassen, um beispielsweise den Klimawandel, Wasserknappheit oder Naturkatastrophen zu bewältigen (FAO, 2020). Institutionen wie Gesetze, Vorschriften, Verpflichtungen und Verbote lenken das menschliche Verhalten. Dementsprechend sind politische Entscheidungsträger/-innen für „institutionelle” Massnahmen verantwortlich. Jede Massnahme wurde als binäre Entscheidung kodiert (1 = kann beeinflusst werden; 0 = kann nicht beeinflusst werden).

[10] Berrang-Ford et al. (2021) führten eine Literaturanalyse durch, um Akteure und Arten von Massnahmen zu identifizieren, die für die Anpassung an den Klimawandel erforderlich sind. Der Einfachheit halber wurde nicht zwischen Akteuren auf lokaler, nationaler und internationaler Ebene unterschieden.

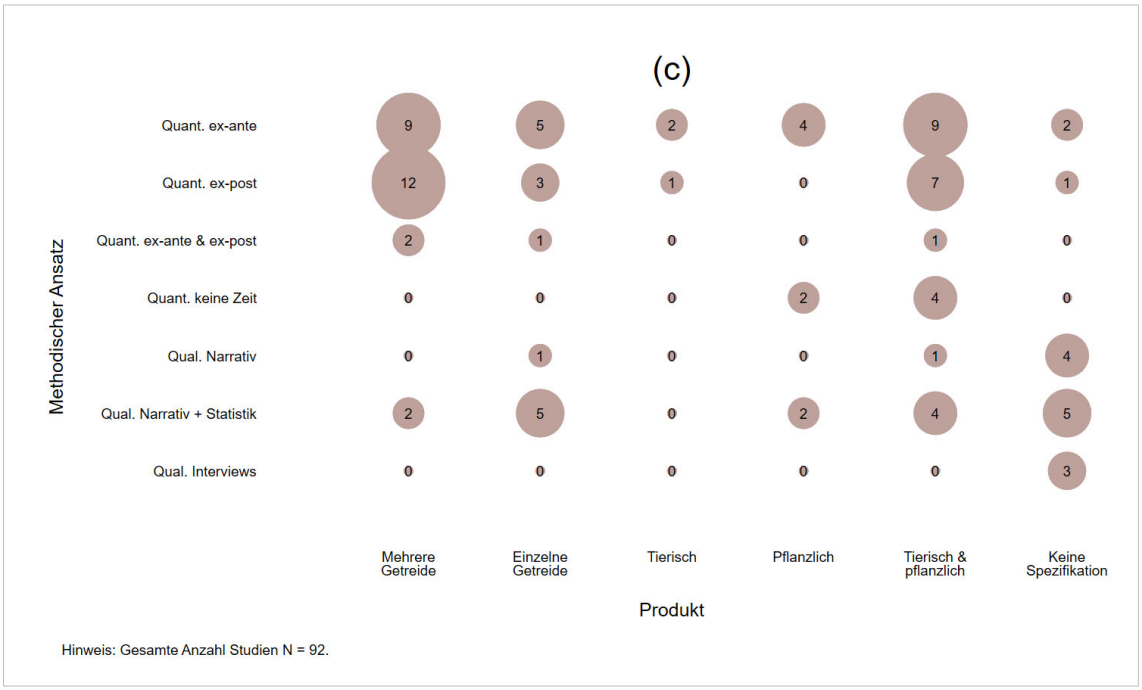
2.2 Resultate

2.2.1 Studienmerkmale

Abb. 3 zeigt Bubble-Matrizen, die die Beziehung zwischen einem Studienmerkmal auf der x-Achse und einem Studienmerkmal auf der y-Achse darstellt. Die Grösse der Bubbles richtet sich nach der absoluten Häufigkeit der Studien. Die Gesamtzahl der Studien beträgt immer N = 92. In Abb. 2 wird die Beziehung zwischen den folgenden Variablen dargestellt: a) geografische Einheit und Produkt, b) Messung SVG und Produkt, c) methodischer Ansatz und Produkt, d) methodischer Ansatz und geografische Einheit sowie e) methodischer Ansatz und Messung SVG. Die zugrundeliegenden deskriptiven Statistiken für jedes der vier Studienmerkmale sind in Tabelle B1 (Geografische Einheit), Tabelle B2 (Produkt), Tabelle B3 (Methodischer Ansatz) und Tabelle B4 (SVG-Messung) in Anhang B zu finden.



Abb. 3: Bubble-Matrizen, die die Beziehung zwischen a) geografischer Einheit und Produkt, b) Messung SVG und Produkt, c) methodischem Ansatz und Produkt, d) methodischem Ansatz und geografischer Einheit und e) methodischem Ansatz und Messung SVG darstellen. Die Grösse der Bubbles entspricht der absoluten Häufigkeit der Studien. Die Gesamtzahl der Studien beträgt immer N = 92.



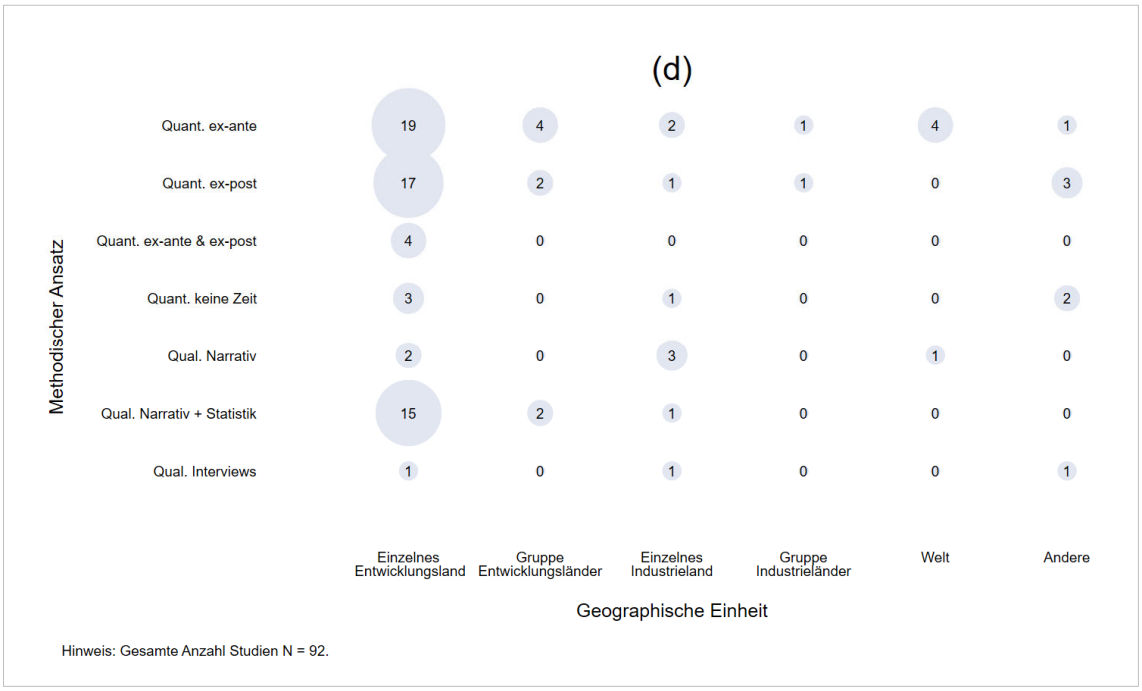


Abb. 3 (Fortsetzung).

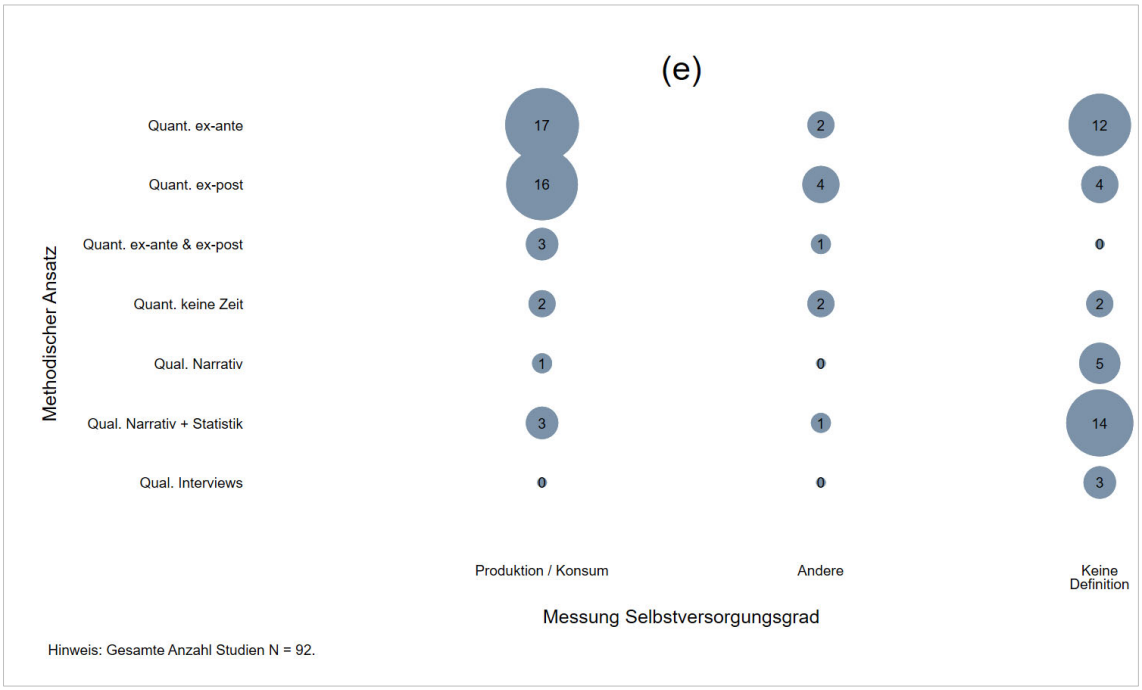


Abb. 3 (Fortsetzung).

Die ausgewählten Studien wiesen einen starken Fokus auf einzelne Entwicklungsländer auf (n = 61; siehe Tabelle B1 in Anhang B). Diese Studien untersuchten hauptsächlich mehrere Getreide (n = 17), einzelne Getreide (n = 13) sowie tierische und pflanzliche Produkte (n = 17) (Abb. 2a). Der SVG wurde häufig verwendet, um den SVG für mehrere Getreide (n = 15) sowie tierische und pflanzliche Produkte (n = 14) zu berechnen (Abb. 2b). Studien, die quantitative ex-ante- und ex-post-Modelle verwendeten, konzentrierten sich hauptsächlich auf mehrere Getreide (n = 9 und n = 12) und eine Kombination aus tierischen und pflanzlichen Produkten (n = 9 und n = 7) (Abb. 2c)). Die geografischen Einheiten der Studien, die ex-ante- und ex-post-Modelle verwendeten, waren einzelne Entwicklungsländer (n = 19) und Gruppen von Entwicklungsländern (n = 17) (Abb. 2d)). Insgesamt haben n = 40 Studien die Messung des SVG nicht definiert. Insbesondere Studien, die narrative Evidenz und deskriptive Statistiken kombinierten, sowie Studien, die quantitative ex-ante-Modelle verwendeten, haben nicht definiert, wie der SVG gemessen wurde (n = 14 und n = 12) (Abb. 2e)).

Abb. 4 zeigt die absolute Häufigkeit der ausgewählten Studien pro Jahr für den Zeitraum von 1982–2024. Die blaue gestrichelte Linie bezieht sich auf die Lebensmittelpreiskrise 2007–2008, die rote gestrichelte Linie auf den Ausbruch der COVID-19-Pandemie im Jahr 2020 und die grüne gestrichelte Linie auf den Beginn des Krieges in der Ukraine im Jahr 2022.

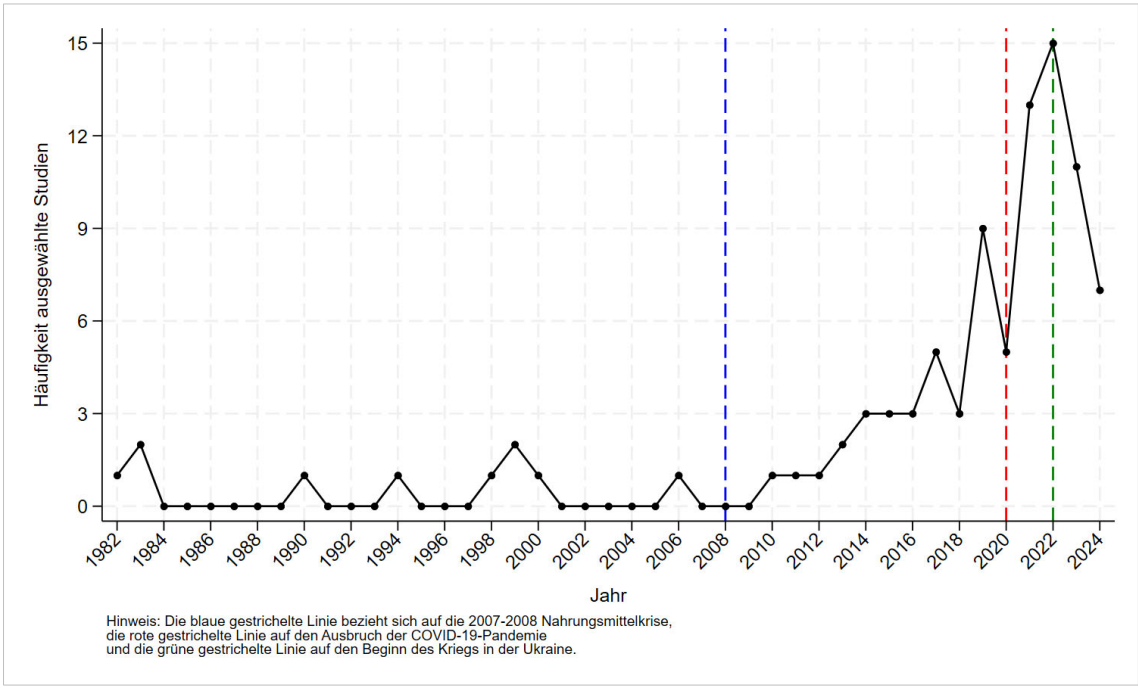


Abb. 4: Die absolute Häufigkeit der ausgewählten Studien pro Jahr für den Zeitraum von 1982–2024.

Zwischen 1982 und 2007–2008 gab es zwischen null und zwei wissenschaftliche Studien pro Jahr, bei denen Einflussfaktoren des SVG im Fokus standen. Überraschenderweise führte die Lebensmittelpreiskrise 2007–2008 nicht zu einem sofortigen Anstieg der Anzahl wissenschaftlicher Studien. Ab 2012 stieg die Zahl wissenschaftlicher Studien jedoch stetig an. Insbesondere seit der COVID-19-Pandemie und dem Krieg in der Ukraine hat die Anzahl wissenschaftlicher Studien deutlich zugenommen.

2.2.2 Framework – Einflussfaktoren des Selbstversorgungsgrads

Abb. 5 zeigt das Framework mit Kategorien, die Einflussfaktoren des SVG und der Effektrichtung (positiv, negativ oder gemischt). Die Häufigkeit der Kategorien und die Häufigkeit der Einflussfaktoren des SVG, sind in Tabelle B5 in Anhang B aufgeführt.

Externe Ereignisse werden als Ereignisse definiert, die weitgehend ausserhalb der Kontrolle einzelner Länder liegen. Dazu gehören langfristige Umweltentwicklungen wie Klimawandel und extreme Wetterereignisse, Kriege, Schädlinge und nukleare Katastrophen. Im Gegensatz dazu liegen die übrigen Kategorien (landwirtschaftliche Betriebsmittel / Inputs, alternative Agrarsysteme, makroökonomische Faktoren, Ernährungsgewohnheiten, Lebensmittelabfälle und -verluste / food waste, Urbanisierung, Agrar- und Handelspolitik) weitgehend im Einflussbereich einzelner Länder. Eine deskriptive Analyse ergab, dass sich die ausgewählten Studien stark auf landwirtschaftliche Inputs (n = 49) konzentrieren, gefolgt von makroökonomischen Faktoren (n = 33), externen Ereignissen (n = 29) und Ernährungsgewohnheiten (n = 28). Im Vergleich dazu sind die Kategorien Agrarpolitik (n = 14), Handelspolitik (n = 13), Urbanisierung (n = 11), alternative Agrarsysteme (n = 7) sowie Lebensmittelabfälle und -verluste (n = 5) eher unterrepräsentiert.

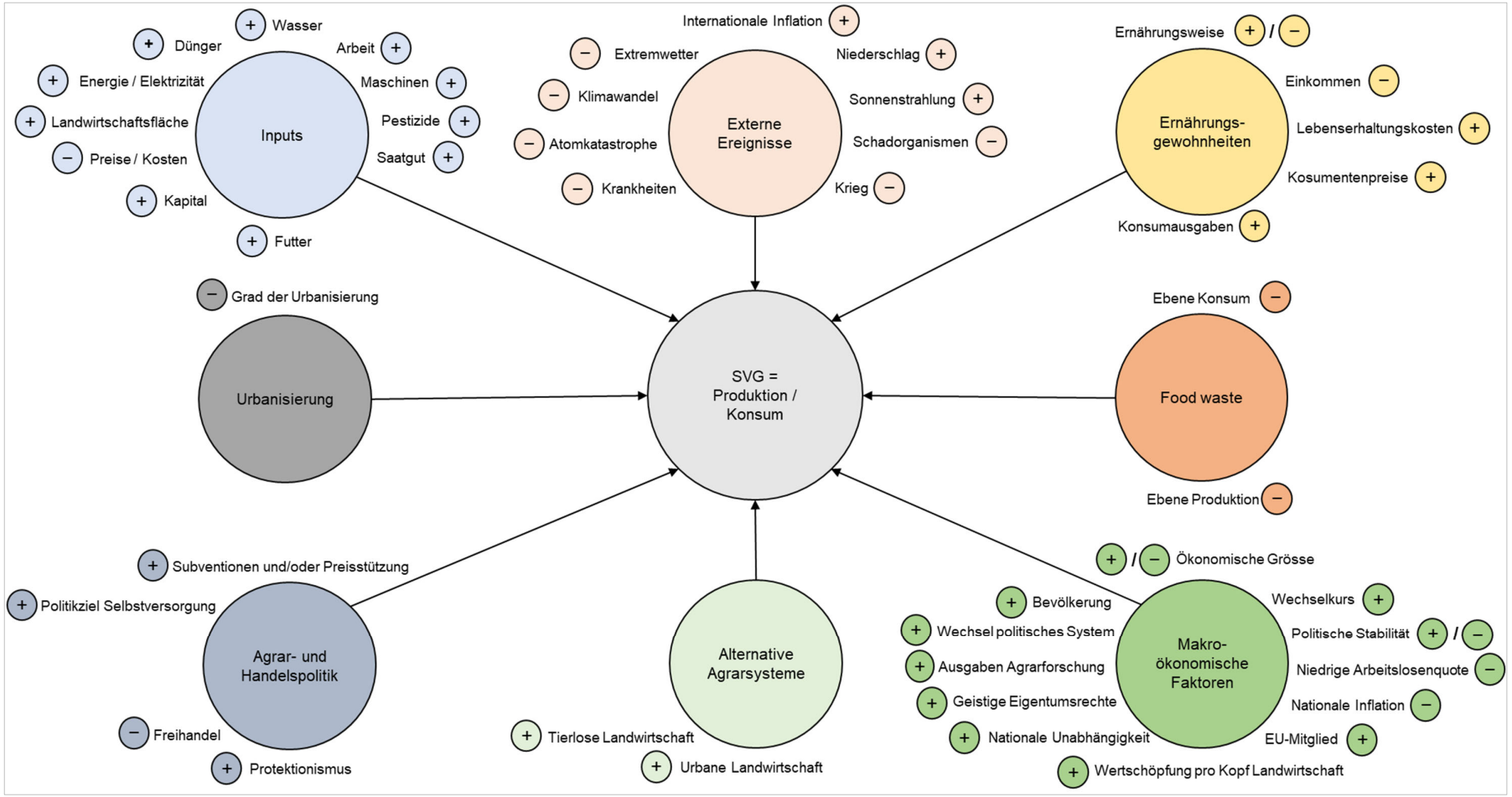


Abb. 5: Das Framework mit Kategorien, den Einflussfaktoren des SVG und der Effektrichtung jedes Faktors. „+“ bezeichnet einen positiven Effekt auf den SVG, „−“ bezeichnet einen negativen Effekt auf den SVG, „+ / −“ bezeichnet einen gemischten Effekt auf den SVG.

Der Klimawandel (d. h. die langfristige Veränderung der globalen Oberflächentemperatur) und damit verbundene extreme Wetterereignisse waren die relevantesten externen Ereignisse, die sich auf den SVG auswirkten (n = 23 und n = 7). Es wurde davon ausgegangen, dass der Klimawandel den SVG durch negative Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion verringern würde (z. B. Kriewald et al., 2019; Wei et al., 2019; Beltran-Peña und D'Odorico, 2022). Gleiches galt für extreme Wetterereignisse wie Hagel, Überschwemmungen, Stürme und Dürren (z. B. Ellis, 1990; Simelton, 2011; Rui et al., 2022). Optimale Bedingungen hinsichtlich Niederschlags und Sonneneinstrahlung wirken sich positiv auf den SVG aus, indem sie günstige natürliche Bedingungen für die landwirtschaftliche Produktion schaffen (z. B. van Ittersum, 2016; von Bach und Kalundu, 2021; Luo et al., 2023). Kriege (Morrissey, 1982), nukleare Katastrophen (Boyd und Wilson, 2023), Krankheiten und Schädlinge (Liang et al., 2023) wirken sich negativ auf den SVG aus, indem sie die landwirtschaftliche Produktion einschränken. Interessanterweise deuten die Ergebnisse von Erokhin (2017) auf einen positiven Effekt der internationalen Inflation (d. h. steigende Weltmarktpreise) auf den SVG hin.

Die Gesamtbevölkerung eines Landes, das Bevölkerungswachstum, die Bevölkerungsdichte und die Wirtschaftsgrösse bzw. das Wirtschaftswachstum eines Landes (Bruttoinlandsprodukt, Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, landwirtschaftliches Bruttoinlandsprodukt) sind die relevantesten makroökonomischen Faktoren (n = 27 und n = 18). Insbesondere wird erwartet, dass sich das Bevölkerungswachstum in Entwicklungsländern negativ auf den SVG auswirkt, da es die Nachfrage nach Nahrungsmitteln erhöht (z. B. Anderson & Strutt, 2014; Basnet et al., 2023; Teneva et al., 2023). In diesem Zusammenhang wird eine niedrige Arbeitslosenquote in Japan mit einem geringen Anreiz zur Arbeit in der Landwirtschaft in Verbindung gebracht, was zu einer Gefährdung der landwirtschaftlichen Produktion führt (Usman et al., 2021). Luan und Cui (2013) verwendeten beispielsweise das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf als Proxy für die Kaufkraft und stellten eine negative Korrelation mit dem SVG fest. Im Gegensatz dazu zeigen die Regressionsergebnisse von Brankov et al. (2021) gemischte Effekte des Bruttoinlandsprodukts auf den SVG auf Produktgruppenebene (z. B. SVG für Eier oder Getreide). Gemischte Effekte werden ebenfalls für die politische Stabilität eines Landes festgestellt (Morrissey, 1982; Brankov et al., 2021; Kovljenic et al., 2024). Die Anzahl der geistigen Eigentumsrechte, die die Innovationsfähigkeit eines Landes zur Steigerung der Effizienz der landwirtschaftlichen Produktion widerspiegeln (Chuma-Okoro & Oluwasemilore, 2022), und hohe Ausgaben für landwirtschaftliche Forschung (Jiang et al., 2021) wirken sich positiv auf den SVG aus, indem sie die landwirtschaftliche Produktion steigern. Während der Wechselkurs positiv mit dem SVG korreliert, ist die nationale Inflation negativ mit dem SVG korreliert (Erokhin, 2017). Ein Wechsel des politischen Systems (d. h. vom Kommunismus zum Kapitalismus) (Baydildina et al., 2000) und die Unabhängigkeit (von Bach & Kalundu, 2022) wirken sich positiv auf den SVG aus, während die EU-Mitgliedschaft für acht Länder aus Süd-Ost-Europa gemischte Effekte auf den SVG hatte (Brankov et al., 2021).

Die Ernährungsweise (d. h. Verzehrmenge, Gesamtbedarf, Pro-Kopf-Bedarf, Nachfragewachstum, Ernährungsumstellung) ist der relevanteste Faktor in Bezug auf die Ernährungsgewohnheiten (n = 25). Während eine Umstellung der Ernährungsweise von einer tierischen auf eine pflanzliche Ernährung zu einem Anstieg des SVG führt, da mehr Lebensmittel für den menschlichen Verzehr zur Verfügung stehen, ist bei einer Umstellung von der pflanzlichen auf die tierische Ernährung das Gegenteil der Fall (z. B. Ghose, 2014; Beltran-Peña et al., 2020; Deng et al., 2022; Beckmann et al., 2023). Ein hohes Einkommen (pro Kopf) ist mit einem Anstieg der Nachfrage nach Lebensmitteln verbunden (z. B. Kalt et al., 2021; Kusumaningrum et al., 2024), während hohe Verbraucherpreise (z. B. Rutherford, 1999; Deng et al. 2022), hohe Konsumausgaben für Nicht-Lebensmittel (z. B. Ortner, 1984; Jiang et al., 2021) und hohe Lebenshaltungskosten die Nachfrage nach Lebensmitteln verringern (Xu et al., 2015), sodass der SVG steigt.

Insbesondere in Entwicklungsländern wie China oder Indonesien wird Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln als politisches Ziel definiert (n = 10) (z. B. Ellis, 1990; Ash, 2010). Mit der grünen Revolution Anfang der 1960er Jahre subventionierten beispielsweise die Regierungen vieler Entwicklungsländer die landwirtschaftliche Produktion oder Investitionen in moderne Produktionstechnologien (z. B. ertragreiches Saatgut, Maschinen, chemische Pestizide und Düngemittel) (z. B. Overton, 1999; Pingali & Abraham, 2022). Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion führte zu einem Anstieg der landwirtschaftlichen Erträge und zu einem Anstieg des SVG. Die Handelspolitik[11] war durch zwei gegensätzliche Pole gekennzeichnet: Freihandel und Protektionismus.

[11] Ex-ante-Handelsmodelle verwendeten bilaterale Handelsströme (Importe und Exporte), Daten zu tarifären und nicht-tarifären Handelshemmnissen sowie Daten zu Angebots- und Nachfrageelastizitäten, die im Framework nicht berücksichtigt wurden.

Während die Reduzierung von tarifären und nicht-tarifären Handelshemmnissen Druck auf die heimische Agrarproduktion ausübte (z. B. Appendini & Liverman, 1994; Huang et al., 2017), war die Erhöhung oder Beibehaltung hoher Zölle und nicht-tarifärer Handelshemmnisse mit dem Schutz der heimischen Agrarproduktion verbunden (z. B. Anderson & Strutt, 2019; Doliente & Samsatli, 2021). Dementsprechend wird der Freihandel als SVG-reduzierend angesehen, während Protektionismus als SVG-erhöhend angesehen wird.

Alternative landwirtschaftliche Produktionssysteme in städtischen und stadtnahen Gebieten gehen mit einer Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion und damit auch mit einer Steigerung des SVG einher. Alternative landwirtschaftliche Produktionssysteme umfassen beispielsweise Dachgewächshäuser (Cerón-Palma et al., 2012), Indoor- und vertikale Landwirtschaft (Abdullah et al., 2021) sowie Aquaponik (Baganz et al., 2022). Die Umwandlung von pflanzlichen auf tierische Proteine in der Tierhaltung ist mit Umwandlungsverlusten verbunden. Eine viehlose Landwirtschaft vermeidet diese Verluste und ermöglicht es den Landwirten/-innen, landwirtschaftliche Flächen für die Produktion von Nahrungsmitteln für den menschlichen Verzehr, statt für Tierfutter zu nutzen. Dementsprechend stehen mehr landwirtschaftliche Erzeugnisse für den menschlichen Verzehr zur Verfügung, was zu einer Erhöhung des SVG führt (Beckmann et al., 2023). Lebensmittelabfälle und -verluste treten entweder in der Produktion (Beltran-Pea et al., 2020; Alzubi et al., 2023) oder bei den Konsumenten/-innen auf (Soltani et al., 2020; Basent et al., 2023; Liang et al., 2023). Während Lebensmittelabfälle und -verluste in der Produktionsphase das Angebot an landwirtschaftlichen Erzeugnissen verringern, schaffen Lebensmittelabfälle und -verluste bei den Konsumenten/-innen eine zusätzliche Nachfrage. Somit wirken sich Lebensmittelabfälle und -verluste negativ auf den SVG auf.

2.2.3 Akteure und Handlungen mit Einfluss auf den Selbstversorgungsgrad

Tabelle 3 zeigt die Akteure (Verbraucher/-innen, Produzenten/-innen und politische Entscheidungsträger/-innen) und Massnahmen (kulturelle/verhaltensbezogene, technologische/infrastrukturelle, ökosystembasierte und institutionelle Massnahmen), die die Einflussfaktoren beeinflussen können, die sich auf den SVG auswirken. Einflussfaktoren, die durch die Massnahmen eines Akteurs beeinflusst werden können, sind mit einem Häkchen ‘✓‘ gekennzeichnet, diejenigen, die nicht beeinflusst werden können, mit einem Kreuz ‘✗‘. Bei einigen Faktoren, die mit einem Kreuz ‘✗‘ markiert sind, haben Akteure zumindest teilweise einen Einfluss auf einen Faktor. Beispielsweise können Politiker/-innen einen Krieg beenden, oder Konsumenten/-innen bzw. Arbeitnehmer/-innen können ihre Gehälter z. B. durch Weiterbildung oder Mehrarbeit in einem bestimmten Mass beeinflussen. Ferner haben Konsumenten/-innen mit dem Kauf von ressourcenschonenden Produkten einen gewissen Einfluss auf die Produktionsbedingungen und die Wertschöpfung im Agrar- und Lebensmittelsektor. Dementsprechend stellt der gewählte Ansatz mit einer binären Einflussmöglichkeit eines Akteurs eine Vereinfachung dar.

Tabelle 3: Die Akteure und Massnahmen mit Einfluss auf die Einflussfaktoren des SVG.

Kategorien	Einflussfaktoren	Politiker/-innen	Konsumenten/-innen		Produzenten/-innen		
		Institutionell	verhaltensbezogen/ kulturell	technologisch/ infrastrukturell	verhaltensbezogen/ kulturell	technologisch/ infrastrukturell	Ökosystem-basiert
Externe Ereignisse	Klimawandel	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Extremwetterereignisse	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Niederschlag	×	×	×	×	×	×
	Sonnenstrahlung	×	×	×	×	×	×
	Krieg	×	×	×	×	×	×
	Krankheiten	×	×	×	×	×	×
	Schadorganismen	×	×	×	×	×	×
	Atomkatastrophe	×	×	×	×	×	×
	Internationale Inflation	×	×	×	×	×	×
Inputs	Landwirtschaftsfläche	✓	×	×	✓	✓	×
	Dünger	✓	×	×	✓	✓	×
	Wasser	✓	×	×	✓	✓	×
	Arbeit	✓	×	×	✓	✓	×
	Maschinen / Technologie	✓	×	×	✓	✓	×
	Pestizide	✓	×	×	✓	✓	×
	Saatgut	✓	×	×	✓	✓	×
	Futter	✓	×	×	✓	✓	×
	Energie und Elektrizität	✓	×	×	✓	✓	×

Kategorien	Einflussfaktoren	Politiker/-innen	Konsumenten/-innen		Produzenten/-innen		
		Institutionell	verhaltensbezogen/ kulturell	technologisch/ infrastrukturell	verhaltensbezogen/ kulturell	technologisch/ infrastrukturell	Ökosystem-basiert
	Preise / Kosten	✓	×	×	✓	✓	×
	Kapital	✓	×	×	✓	✓	×
Makroökonomische Faktoren	Bevölkerung	✓	×	×	×	×	×
	Ökonomische Grösse	✓	×	×	×	×	×
	Politische Stabilität	✓	×	×	×	×	×
	Geringe Arbeitslosenquote	✓	×	×	×	×	×
	Geistige Eigentumsrechte	✓	×	×	×	×	×
	Ausgaben Agrarforschung	✓	×	×	×	×	×
	Wechselkurs	✓	×	×	×	×	×
	Nationale Inflation	✓	×	×	×	×	×
	Wertschöpfung Landwirtschaft	✓	×	×	×	×	×
	EU-Mitglied	✓	×	×	×	×	×
	Nationale Unabhängigkeit	✓	×	×	×	×	×
	Wechsel politisches System	✓	×	×	×	×	×
Ernährungsgewohnheiten	Ernährungsweise	✓	✓	×	×	×	×
	Einkommen	✓	×	×	×	×	×
	Konsumentenpreise	✓	×	×	×	×	×
	Konsumausgaben	✓	✓	×	×	×	×
	Lebenserhaltungskosten	✓	×	×	×	×	×

Kategorien	Einflussfaktoren	Politiker/-innen	Konsumenten/-innen		Produzenten/-innen		
		Institutionell	verhaltensbezogen/ kulturell	technologisch/ infrastrukturell	verhaltensbezogen/ kulturell	technologisch/ infrastrukturell	Ökosystem-basiert
Agrarpolitik	Politikziel Selbstversorgung	✓	×	×	×	×	×
	Subventionen / Preisstützung	✓	×	×	×	×	×
Handelspolitik	Freihandel	✓	×	×	×	×	×
	Protektionismus	✓	×	×	×	×	×
Urbanisierung	Grad der Urbanisierung	✓	×	×	×	×	×
Alternative Systeme	Urbane Landwirtschaft	✓	×	×	✓	✓	×
	Tierfreie Landwirtschaft	✓	×	×	✓	✓	×
Food waste	Ebene Konsum	✓	✓	✓	×	×	×
	Ebene Produktion	✓	×	×	✓	✓	×

Hinweis: Einflussfaktoren, die durch die Massnahmen eines Akteurs beeinflusst werden können, sind mit einem Häkchen '✓' gekennzeichnet, diejenigen, die nicht beeinflusst werden können, mit einem Kreuz '×'.

In Ländern, in denen Selbstversorgung ein politisches Ziel ist, sind die politischen Entscheidungsträger/-innen dafür verantwortlich, Faktoren zu fördern, die sich positiv auf den SVG auswirken, und nachteilige Faktoren zu beseitigen oder zu reduzieren. Abgesehen von natürlichen Bedingungen (z. B. Sonneneinstrahlung und Niederschlag) und externen Schocks (z. B. Kriege, Krankheiten, Schadorganismen, nukleare Katastrophen und internationale Inflation) sind die politischen Entscheidungsträger/-innen auf nationaler Ebene für die institutionellen Rahmenbedingungen (die Gesetzgebung) verantwortlich. Diese umfassen nationale Massnahmen für einen erfolgreichen Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel (Dubash et al., 2021), für ein stabiles makroökonomisches Umfeld (Jones und Llewellyn, 2019), für verlässliche politische Rahmenbedingungen für Landwirte/-innen (El Benni et al., 2012) und Handelspartner/-innen (Stacy, 2021), für die Begrenzung der negativen Auswirkungen der Urbanisierung (Li et al., 2016), für Anreize für eine umweltfreundliche Ernährung (Irz et al., 2019) und für die Eindämmung von Lebensmittelabfällen und -verlusten (Busetti, 2019).

Die Konsumenten/-innen können durch ihr Ernährungsverhalten zum Klimaschutz und zur nachhaltigen Ressourcennutzung beitragen, indem sie weniger tierische und mehr pflanzliche Produkte verzehren. Eine pflanzliche Ernährung verursacht weniger Treibhausgasemissionen (Clune et al., 2017) und benötigt weniger natürliche Ressourcen wie Land oder Wasser (Pimentel und Pimentel, 2003). Umweltfreundliche Haushaltsgeräte wie Geschirrspüler oder Kühl-/Gefrierschränke, die eine längere Lebensdauer haben, aus recycelten Materialien hergestellt sind oder weniger Energie brauchen, tragen auch zu einem geringen Energie- und Ressourcenverbrauchs bei (Barbieri und Palma, 2017). Die nachhaltige Nutzung von Energie und Materialien verursacht geringere Treibhausgasemissionen, was sich positiv auf das Klima und damit auf den SVG auswirkt. Die Verringerung der vermeidbaren Lebensmittelabfälle auf Verbraucherebene kann durch Verhaltensänderungen erreicht werden wie z. B. durch das Einkaufen anhand einer Liste oder die Erstellung eines Essensplans für 3–4 Tage (Boulet et al., 2023). Technologien wie Smartphone-Apps für die Planung, den Einkauf, die Lagerung und das Kochen von Lebensmitteln können die Lebensmittelverschwendung reduzieren (Bolwig et al., 2021).

Die Produzenten/-innen können auch zur Abschwächung des Klimawandels beitragen und somit die negativen Auswirkungen des Klimawandels auf den SVG begrenzen. Verhaltensänderungen und die Einführung von Technologien ergänzen sich auch in der landwirtschaftlichen Produktion. Die Verringerung der Anzahl der raufutterverzehrenden Tiere vermindert die Treibhausgasemissionen (Bellabry et al., 2012). Innovative Technologien können beispielsweise die Ausbringung von Düngemitteln optimieren und so die Treibhausgasemissionen verringern (Getahun et al., 2024). Die Umsetzung von ökosystembasierten Anpassungsmassnahmen wie das Mulchen oder der Anbau von Zwischenfrüchten trägt zur Verbesserung der Wasserinfiltrationsraten und damit zur Anpassung an klimawandelbedingte Dürreperioden bei (FAO, 2020). Das Gegenteil von Extensivierung ist die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion, die ebenfalls durch eine Kombination aus Verhaltensänderungen und dem Einsatz neuer Technologien vorangetrieben wird. Ein Paradebeispiel ist die grüne Revolution, die einen entscheidenden Wendepunkt für die traditionellen landwirtschaftlichen Methoden darstellte (Pisani, 2006). Der Einsatz von ertragreichen Pflanzensorten, Düngemitteln, Bewässerung und Pflanzenschutzmitteln führte zu hohen Erträgen (Pimentel, 1996). Sofern die urbane Landwirtschaft als unternehmerische Tätigkeit betrachtet wird, ist die Ausweitung der landwirtschaftlichen Produktion durch intelligente Technologien auch eine Kombination aus kulturellem Wandel und der Nutzung neuer Technologien (Specht et al., 2016). Die Nahrungsmittelverluste auf der Ebene des landwirtschaftlichen Betriebs könnten reduziert werden, wodurch das verfügbare Angebot erhöht und der SVG positiv beeinflusst würde. So werden beispielsweise Kartoffeln, die aus ästhetischen Gründen nicht in den Verzehr gelangen von Grosshändlern weiterverkauft (Willersinn et al., 2017). Untersuchungen zeigen, dass suboptimale Kartoffeln von Konsumenten/-innen eher akzeptiert werden, wenn sie über die Verluste informiert werden (Ammann et al., 2025). Darüber hinaus können Ernteverluste für die Produktion von Biokraftstoffen oder Methan genutzt werden (O'Connor et al., 2021).

2.3 Diskussion

Die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion im Zuge der Grünen Revolution ermöglichte es den Entwicklungsländern in Asien und Lateinamerika, ihren SVG zu erhöhen (Basu und Scholten, 2012). Durch die Modernisierung und Professionalisierung der landwirtschaftlichen Produktion sind die Landwirte/-innen jedoch stärker von privat regulierten Märkten, Einzelhändlern/-innen, Forschung und politischen Massnahmen abhängig geworden (Horlings und Marsden, 2011).Langfristig hat sich gezeigt, dass die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion zu schwerwiegenden negativen Umweltwirkungen wie z. B. Bodendegradation und dem Abfluss von chemischen Düngemitteln und Pestiziden geführt hat (Pingali, 2012). Obwohl die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion kurz- und mittelfristig zu Ertragssteigerungen führt, verursacht die damit einhergehende Bodendegradation langfristig Ertragsverluste, die die Selbstversorgung bedrohen (Squire et al., 2015). Daher sind ökologisch und sozioökonomisch nachhaltigere landwirtschaftliche Praktiken erforderlich. In diesem Zusammenhang haben ökologische Intensivierungspraktiken (ecological intensification practices), wie die Erhöhung der Kulturpflanzenvielfalt oder die Zugabe von organischem Material, positive Auswirkungen auf die pflanzlichen Erträge gezeigt (MacLaren et al., 2022). Dementsprechend kann das Konzept der ökologischen Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion vielversprechend für die Sicherung der Erträge und damit für die Selbstversorgung sein.

Eine Veränderung der Ernährungsgewohnheiten hin zu einer pflanzlichen Ernährung trägt zur Eindämmung des Klimawandels und zu einer nachhaltigeren Ressourcennutzung bei. Eine pflanzliche Ernährung wirkt sich deshalb positiv auf den SVG aus, da bei der Veredelung von potentiell essbaren pflanzlichen Produkten keine Verluste entstehen. Es gibt jedoch psychologische Hindernisse für die Umstellung auf eine pflanzliche Ernährung. Bryant et al. (2022) untersuchten psychologische und gesellschaftliche Hindernisse, die Menschen davon abhalten, sich pflanzenbasiert zu ernähren. Die Studie zeigt, dass viele Menschen die Haltungsbedingungen von Tieren nicht kennen oder bewusst vermeiden, über das Thema nachzudenken. Auch auf der Ebene der Haushalte gibt es Hindernisse für die Verringerung der Lebensmittelverluste. Untersuchungen zeigen, dass mangelnde Aufklärung über die Bedeutung des Themas, kulturelle Normen des übermässigen Konsums und unangemessenes Sozialmarketing die Konsumenten/-innen daran hindern, nachhaltige Praktiken anzuwenden (Wakefield und Axon, 2020).

Die Debatte über den besten Politik-Mix zur Sicherstellung einer erschwinglichen Grundnahrungsmittelversorgung wird kontrovers geführt (Lombardozzi und Djanibekov, 2020). Um die heimische Agrarproduktion zu schützen, können hohe Zölle und strenge nichttarifäre Handelshemmnisse gegen billige Lebensmittelimporte erhoben werden. Protektionismus und ein hoher SVG erhöhen jedoch die potenzielle Krisenanfälligkeit, da die Netzwerke mit Handelspartner/-innen schlecht entwickelt sind (Godber und Wall, 2014) und kann einer unerwünschten Intensivierung Vorschub leisten. Im Gegensatz dazu kann die reine Abhängigkeit vom Handel bzw. von Lebensmittelimporten die Ernährungssicherheit gefährden, wenn die Lieferketten aufgrund von Krisen oder Konflikten unterbrochen werden (Yıldırım und Göker Önen, 2024). Dementsprechend sollte die Politik das Thema Selbstversorgung als Kontinuum zwischen geschlossenen Grenzen für eine vollständige Selbstversorgung und einer vollständigen Abhängigkeit vom Handel auf betrachten (Clapp, 2015). Das bedeutet, dass Selbstversorgung nicht als ein „entweder/oder“-Ansatz betrachtet werden sollte (Clapp, 2015). Politische Entscheidungsträger/-innen sollten daher sorgfältig abwägen und dabei die wirtschaftlichen Kosten und Vorteile, die Zuverlässigkeit der Handelspartner/-innen, die technologischen Entwicklungen und Produktionskapazitäten der Landwirtschaft im Inland, die Umweltbedingungen, die Konsumentenpräferenzen und die politischen Präferenzen der Landwirte/-innen berücksichtigen.

3 Empirische Analysen

In Kapitel 3 werden die Forschungsfragen (2) und (3) beantwortet. Zu diesem Zweck werden zunächst die Datengrundlage und die verwendeten Methoden beschrieben (Kapitel 3.1). Die empirischen Ergebnisse werden in Kapitel 3.2 präsentiert. In Kapitel 3.3 werden diese diskutiert.

3.1 Datengrundlage und Methoden

3.1.1 Datengrundlage

Der kalorienbasierte SVG wurde gemäss der folgenden FAO-Definition berechnet (FAO, 2001):

$$SVG_{cit} = \frac{Einheimische\ Produktion_{cit} \times 100}{(Einheimische\ Produktion_{cit} + Importe_{cit} - Exporte_{cit})} \quad (1)$$

Die Berechnungen erfolgten mit Hilfe von FAO-Daten (FAO Food Balance Sheets), (FAO 2024). Subskript c repräsentiert das Aggregationslevel der Produkte (wobei *c* = alle, pflanzliche oder tierische Produkte), i das Land und t das Jahr (wobei t = 2010, 2011, …, 2020). Die Basis für die aggregierte Berechnung des kalorischen *SVG* bilden 12 pflanzliche und fünf tierische Produktgruppen (siehe Tabelle C1 und C2 in Anhang C). Für die Komponenten *Produktion*, *Importe* und *Exporte* sind die Mengen (in Tonnen) in den Daten vorhanden, die mit dem jeweiligen Energiegehalt (in kcal) eines Produkts multipliziert wurden. Der Energiegehalt (in kcal) pro Mengeneinheit eines Produktes ist nicht direkt in den FAO-Daten enthalten und musste deshalb folgendermassen berechnet werden: Das Nahrungsmittelangebot (in kcal) verfügbar pro Kopf und Jahr wurde durch 365 Tage dividiert. Daraus ergab sich das Nahrungsmittelangebot in kcal verfügbar pro Kopf und Tag, welches wiederum durch das Nahrungsmittelangebot in kg verfügbar pro Kopf und Tag dividiert wurde. Schlussendlich ergab sich der Energiegehalt (in kcal) pro kg Nahrungsmittel. Fehlende Werte für die neue «Variable kcal pro kg Nahrungsmittel» wurden auf Basis des gleichen Produkts durch den globalen Durchschnitt pro Jahr ersetzt.

Abb. 6 zeigt den kalorienbasierten SVG der Schweiz. Dieser wurde mit zwei verschiedenen Methoden berechnet: zum einen mit der FAO-Methode und zum anderen mit der Agristat-Methode. Die Datengrundlagen für die Berechnung des SVG nach der Agristat Methode basieren auf den Angaben des BLW (2025). Die Berechnungen zeigen, dass der SVG für alle Produkte und für pflanzliche Produkte mit der FAO-Methode höher ausfällt als mit der Agristat-Methode. Im Gegensatz dazu liegen die FAO-Werte für den SVG tierischer Produkte unter denjenigen von Agristat. Die Differenzen lassen sich durch die unterschiedlichen Datengrundlagen und Berechnungsmethoden erklären. Während in der FAO-Methode der Verbrauch anhand der Produktion, Importe und Exporte geschätzt wird, werden bei Agristat Verbrauchsdaten genutzt. Unabhängig von der Berechnungsmethode weist der kalorienbasierte SVG für alle, pflanzliche und tierische Produkte über die Jahre 2010 bis 2020 einen Abwärtstrend auf.

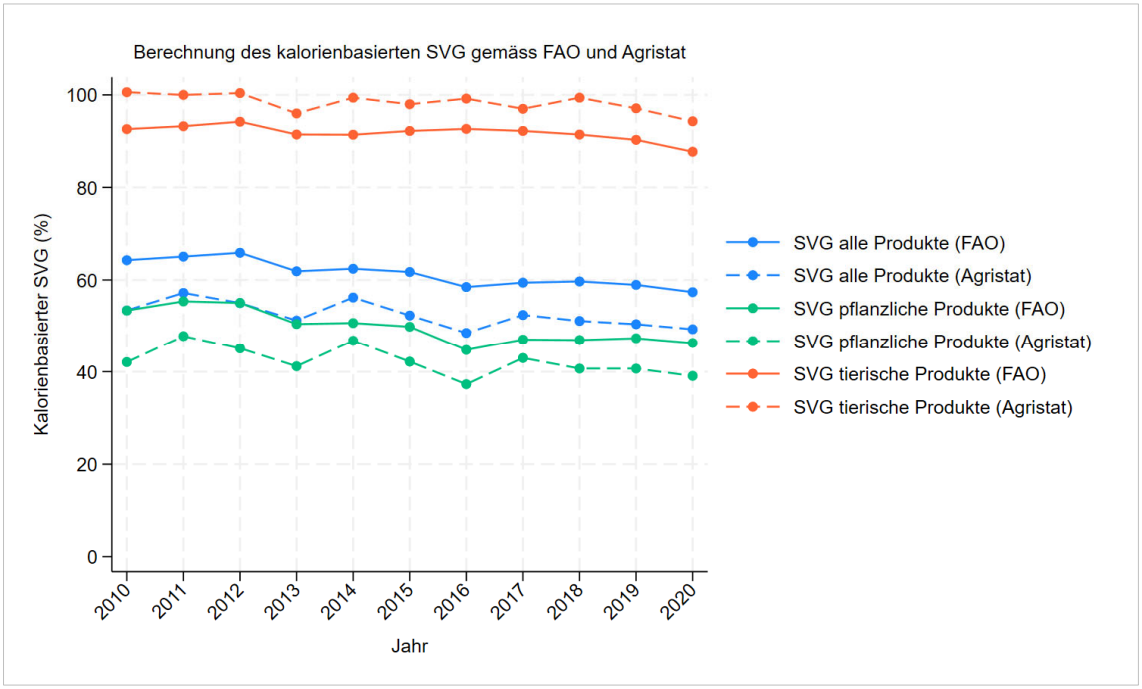


Abb. 6: Vergleich der Berechnung des kalorienbasierten SVG für alle Produkte sowie für pflanzliche und tierische Produkte gemäss FAO und Agristat.

Für die empirischen Analysen wurden die folgenden Variablen berücksichtigt (Tabelle 4): Ackerfläche pro Kopf, Landwirtschaftsfläche pro Kopf, durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur, Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Kopf, Stickstoffdüngung, Pflanzenschutzmittelmenge. Die Auswahl der Variablen basierte einerseits auf unserer systematischen Literaturanalyse. Anderseits sollten die Variablen eine gute geografische und zeitliche Abdeckung aufweisen. Der vollständige Datensatz umfasste Paneldaten für 190 Länder für die Jahre 2010–2020. Die deskriptive Statistik und die Datenquellen des vollständigen Datensatzes sind in Tabelle C3 im Anhang zu finden. Die empirische Analyse umfasste nur Länder mit einem hohen Einkommen (high-income economies) gemäss Länderklassifikation der Weltbank (2025)[12], sodass eine bessere Vergleichbarkeit gegeben war. Die vollständige Liste dieser Länder befindet sich in Tabelle C4 in Anhang C. Die deskriptive Statistik der für die empirischen Analysen verwendeten Variablen ist in Tabelle 4 dargestellt.

[12] Das Einkommen eines Landes wurde anhand des Bruttonationaleinkommens (BNE) pro Kopf in US$ gemessen, das anhand der Weltbank-Atlas-Methode aus der jeweiligen Landeswährung umgerechnet wurde. Gemäss Weltbank (2025a) werden Volkswirtschaften in die folgenden vier Einkommensgruppen unterteilt (Stand: 2024): «low» (BNE pro Kopf 1'135 US$ oder weniger), «lower-middle» (BNE pro Kopf zwischen 1’136 US$ und 4'495 US$), «upper-middle» (BNE pro Kopf zwischen 4'496 US$ und 13'935 US$) und «high» (BNE pro Kopf ab 13'936 US$).

Tabelle 4: Deskriptive Statistik der für die empirischen Analysen verwendeten Variablen.

Variable	Mittelwert	Std. Abw.	Min.	Max.	N
Kalorienbasierter SVG alle Produkte (%)	74,9	54,4	0,0	313,3	589
Kalorienbasierter SVG pflanzliche Produkte (%)	68,1	59,7	0,0	407,7	589
Kalorienbasierter SVG tierische Produkte (%)	92,6	66,7	0,0	548,9	589
Ackerfläche pro Kopf (ha)	0,2	0,3	0,0	1,4	565
Landwirtschaftsfläche pro Kopf (ha)	1,0	2,5	0,0	18,3	578
Durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur (°C)	14,0	7,6	–0,1	28,9	510
BIP pro Kopf (1'000 US$)	36,5	22,0	10,6	123,7	578
Stickstoffdüngung (kg/ha Ackerfläche)	85,6	49,2	0,0	284,0	576
PSM-Anwendung (kg/ha Ackerfläche)	7,3	7,5	0,0	36,6	556

3.1.2 Methoden

3.1.2.1 Regressionsanalyse

Zur Ermittlung des Einflusses und der Relevanz einzelner Einflussfaktoren des SVG wurde eine „Least Squares Dummy Variable Regression“ (LSDV, Wooldridge, 2012) angewendet und dabei die folgende Gleichung (2) geschätzt:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 Fläche_{it} + \beta_2 Temp_{it} + \beta_3 BIP_{it} + \beta_4 N_{it} + \beta_5 PSM_{it} + \gamma_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Das Subskript i steht für das Land und t für das Jahr (wobei t = 2010, 2011, ..., 2020). Y stellt die abhängige Variable dar. Gleichung (2) wurde separat für den kalorienbasierten SVG für alle Produkte, pflanzliche Produkte und tierische Produkte geschätzt. β_0 steht für den y-Achsenabschnitt und β_1 bis β_5 sind die zu schätzenden Koeffizienten. Die unabhängige Variable „$Fläche$” steht für die Ackerfläche und die Landwirtschaftsfläche pro Kopf. Es wurden Regressionsanalysen mit der Ackerfläche pro Kopf (Variante 1) und mit der Landwirtschaftsfläche pro Kopf (Variante 2) durchgeführt. $Temp$ steht für die durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur, BIP für das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf, N für die Stickstoffdüngung (in kg pro ha Ackerfläche) und PSM für die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (in kg pro ha Ackerfläche). Mittels Dummy-Variablen für die einzelnen Länder (Fixed-Effects Land γ_i) wurde ausserdem für zeitinvariante Effekte kontrolliert. Diese erfassen beispielsweise, ob ein Land ein Inselstaat oder ein Binnenland ist. Ebenso wurden Dummy-Variablen für die Jahre (Fixed-Effects Jahr λ_t) berücksichtigt, die beispielsweise Schocks wie die Corona-Pandemie erfassen, die sich auf alle Länder auswirkten. ε_{it} repräsentiert den Fehlerterm. Mithilfe des Wald-Tests wurde überprüft, ob i) das Modell mit Dummy-Variablen für die Länder (LSDV1) gegenüber der „Pooled OLS-Regression” (ohne Berücksichtigung der Querschnitts- und Zeitdimension) das überlegene Modell ist und ii) das Modell mit Dummy-Variablen für die Länder und die Zeit (LSDV3) gegenüber LSDV1 das überlegene Modell ist.

Zur Ermittlung der Relevanz der unabhängigen Variablen werden standardisierte Beta-Koeffizienten ausgewiesen. Dieser Wert gibt an, um wie viele Standardabweichungen sich die abhängige Variable verändert, wenn die unabhängige Variable um eine Standardabweichung zunimmt. Der standardisierte Beta-Koeffizient drückt somit den Einfluss einer unabhängigen Variablen unabhängig von deren Skalierung aus. Das heisst, höhere Werte deuten auf eine grössere Relevanz der unabhängigen Variablen hin (Backhaus et al., 2005).

Die statistische Robustheit der Schätzungen wurde mithilfe eines Generalized-Least-Squares (GLS) Modells und eines Generalized-Linear-Model (GLM) Modells mit Gamma-Verteilung und Log-Link geprüft. Für das GLM-Modell wurden durchschnittliche marginale Effekte berechnet. Diese geben an, um wie viele Prozentpunkte sich der SVG verändert, wenn eine unabhängige Variable um eine Einheit steigt. Somit können die Ergebnisse des GLM ähnlich wie bei der OLS- und GLS-Regression interpretiert werden können.

Die Regressionsanalysen basierten auf einem balancierten Datenpanel. Das heisst, Länder, die keine vollständige Zeitreihe (2010–2020) aufwiesen, und Länder, bei denen die unabhängigen Variablen fehlende Werte aufwiesen, wurden nicht in den Analysen berücksichtigt. Die deskriptive Statistik der für die Regressionsanalyse verwendeten Variablen, die auf einem balancierten Panel basiert, befindet sich in Tabelle 5.

Tabelle 5: Deskriptive Statistik der für die Regressionsanalyse verwendeten Variablen basierend auf einem stark balancierten Panel.

Variable	Mittelwert	Std. Abw.	Min.	Max.	N
Kalorienbasierter SVG alle Produkte (%)	87,8	52,5	7,4	313,3	473
Kalorienbasierter SVG pflanzliche Produkte (%)	81,1	59,5	7,3	407,7	473
Kalorienbasierter SVG tierische Produkte (%)	102,1	59,2	9,0	548,9	473
Ackerfläche pro Kopf (ha)	0,3	0,3	0,0	1,4	473
Landwirtschaftsfläche pro Kopf (ha)	1,2	2,7	0,0	18,3	473
Durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur (°C)	13,0	6,9	–0,1	28,4	473
BIP pro Kopf (1'000 US$)	36,9	22,8	11,2	123,7	473
Stickstoffdüngung (kg/ha Ackerfläche)	81,7	38,3	0,5	209,6	473
PSM-Anwendung (kg/ha Ackerfläche)	5,7	6,5	0,0	36,6	473

3.1.2.2 Mahalanobis-Distanz-Matching

Matching-Verfahren verfolgen das Ziel, in Beobachtungsstudien[13] Individuen, die eine bestimmte Behandlung – etwa ein Bildungsprogramm – erhalten haben (Treatment-Gruppe), mit solchen zu vergleichen, die diese Behandlung nicht erfahren haben (Kontrollgruppe). Die Vergleichbarkeit erfolgt anhand ausgewählter Charakteristika (Kovariaten), beispielsweise Alter, Geschlecht oder Einkommen. Ist die Vergleichbarkeit zwischen Treatment- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Mittelwerte dieser Kovariaten gegeben, lassen sich Unterschiede in Zielgrössen – etwa Testergebnisse – als Behandlungseffekte schätzen (Morgan & Harding, 2006).

In dieser Studie wurde die Schweiz mit Ländern verglichen, die ähnliche ökonomische und natürliche Bedingungen aufweisen (Ackerfläche pro Kopf, Landwirtschaftsfläche pro Kopf, durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur, BIP pro Kopf, Stickstoffdüngung und PSM-Anwendung). Um diese Länder (im Folgenden „Vergleichsländer") zu ermitteln, wurde die MDM-Methode angewendet (Rubin und Thomas, 1992).

$$MD(X_{it}, X_{jt}) = \sqrt{(X_{it} - X_{jt})^T K^{-1} (X_{it} - X_{jt})} \quad (3)$$

X repräsentiert einen Vektor von Matching-Variablen (Ackerfläche bzw. Landwirtschaftsfläche pro Kopf, Oberflächentemperatur, BIP pro Kopf, Stickstoffdüngung und PSM-Anwendung) der Schweiz i und deren Werte im

[13] Im Gegensatz zu Beobachtungsstudien (observational studies) werden Individuen in kontrollierten Experimenten (z. B. randomisierte kontrollierte Studien) zufällig in Treatment- und Kontrollgruppe eingeteilt. Die zufällige Einteilung sorgt dafür, dass beobachtete und unbeobachtete Faktoren (confounder) gleichmässig verteilt sind. Dadurch können Unterschiede bei Zielgrössen zwischen Treatment- und Kontrollgruppe kausal auf die Behandlung zurückführt werden (Imbens und Rubin, 2015).

Jahr t (wobei t = 2010, 2011, …, 2020) sowie die entsprechenden Werte des nächsten Nachbarn j und deren Werte im Jahr t. Die Differenz $(X_{it} - X_{jt})$ misst, wie stark sich die Schweiz und ihr nächster Nachbar hinsichtlich der Werte der Matching-Variablen unterscheiden. T steht für die Transponierung des Vektors. D. h., Zeilenvektoren werden in Spaltenvektoren umgewandelt (und umgekehrt). Der Term $(X_{it} - X_{jt})^T$ wird mit der inversen Kovarianzmatrix K^{-1} gewichtet. Variablen mit einer hohen Varianz oder starken Korrelation wird eine geringere Relevanz zugewiesen, sodass einzelne stark streuende Matching-Variablen das Distanzmass nicht dominieren können. Der gesamte Ausdruck unter der Quadratwurzel stellt ein quadratisches Mass dar. D.h., die Quadratwurzel wandelt dieses Mass in eine metrisch interpretierbare Distanz um. Wie in Gleichung 3 ersichtlich, konnte die Zeitdimension t berücksichtigt werden und somit Panelstruktur der Daten genutzt. D.h., für jedes Jahr wurde der Schweiz im Optimalfall immer der gleiche Vergleichsländer zugewiesen. Für das MDM wurde ebenfalls den Pool der Hocheinkommensländer gemäss Länderklassifikation der Weltbank (2025) verwendet.

Die statistische Robustheit der Ergebnisse bezüglich der nächsten Nachbarn wurde überprüft, indem die Variablen in der Matching-Variante 1 schrittweise wie folgt hinzugefügt wurden:

(1) Ackerfläche pro Kopf + durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur
(2) Ackerfläche pro Kopf + durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur + BIP pro Kopf
(3) Ackerfläche pro Kopf + durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur + BIP pro Kopf + Stickstoffdüngung + PSM-Anwendung

Pro Schritt wurden maximal fünf Vergleichsländer identifiziert. Dabei wurde wie folgt vorgegangen: Zunächst wurde das erste Vergleichsland identifiziert und aus dem Datensatz gelöscht. Dann wurde das zweite Vergleichsland identifiziert und wieder aus dem Datensatz gelöscht. Dies wurde so lange wiederholt, bis alle fünf Vergleichsländer identifiziert waren.

In der Matching-Variante 2 wurde die Variable „Landwirtschaftsfläche pro Kopf" als Matching-Variable verwendet. Die zusätzlichen Matching-Variablen und die Robustheitstests waren dieselben wie in Variante 1.

Nach dem MDM wurde die durchschnittliche Differenz zwischen der Schweiz und ihren nächsten Nachbarn 1, …, 5 für die Matching-Variablen und dem kalorienbasierten SVG mittels einer OLS-Regression entsprechend Gleichung (4) (Wooldridge, 2012) geschätzt:

$$Y_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 D_{ij} + \varepsilon_{ijt} \quad (4)$$

Y_{ijt} repräsentiert entweder eine der Matching-Variablen oder den kalorienbasierten SVG für alle, pflanzliche und tierische Produkte für die Schweiz i und des nächsten Nachbarn j zum Zeitpunkt (Jahr) t. Die Dummy-Variable D nimmt den Wert 1 an, sofern ein Wert für Y der Schweiz i zugeordnet ist und 0, sofern ein Wert für Y einem nächsten Nachbarn j zugeordnet ist. Der Koeffizient β_1 stellt die durchschnittliche Differenz im Mittelwert für die Jahre 2010–2020 zwischen der Schweiz und dem jeweiligen nächsten Nachbarn dar. Da wir D = 1 für die Schweiz annehmen, gibt β_0 den durchschnittlichen Mittelwert des jeweiligen nächsten Nachbarn für die Jahre 2010–2020 wieder.

3.1.2.3 K-Medoids-Clusteranalyse

Zur Identifizierung von Ländern, die ähnliche ökonomische und natürliche Bedingungen wie die Schweiz aufweisen, wurde die K-Medoids-Clusteranalyse angewendet (Park und Jun, 2009). Bei dieser Methode werden die Zentren der Cluster nicht durch den Mittelwert der verwendeten Variablen, sondern durch tatsächliche Datenpunkte repräsentiert. Dadurch ist sie robuster gegenüber statistischem Rauschen und Ausreissern.

Im Gegensatz zur K-Means-Clusteranalyse, bei der der Mittelwert der verwendeten Variablen das Zentrum eines Clusters repräsentiert, ist es bei der K-Medoids-Clusteranalyse ein tatsächlicher Datenpunkt. D. h., im vorliegenden Fall ist das Zentrum eines Clusters der Cluster-Medoid M, ein Land i (wobei i = 1, …, n Länder pro Cluster), das repräsentativ für alle anderen Länder im gleichen Cluster ist. Das Ziel besteht darin, die Gesamtdistanz G auf Basis der Summe der einzelnen Distanzen zwischen einem Datenpunkt P und dem Cluster-Medoid M zu minimieren (siehe Optimierungsfunktion in Gleichung (5)).

$$Min\ G = \sum_{i=1}^{n} Dist(P_i, M_i) \tag{5}$$

Für die K-Medoids-Clusteranalyse wurde der PAM-Algorithmus (Partitioning Around Medoids; Kaufman und Rousseeuw, 1990) verwendet. Die optimale Anzahl an Clustern *k* wurde mithilfe von 26 Indizes entsprechend der Mehrheitsregel bestimmt (Charrad et al., 2025). Es wurden zweidimensionale Cluster auf Basis der standardisierten Variablen «Ackerfläche pro Kopf» und «durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur» (Cluster-Variante 1) bzw. «Landwirtschaftsfläche pro Kopf» und «durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur» (Cluster-Variante 2) gebildet. Die Clusteranalyse wurde auf Basis von Daten für zehn Jahre für die beiden Zeiträume 2010–2014 und 2015–2019 durchgeführt. D. h., für jeweils fünf Jahre wurden die Mittelwerte der verwendeten Variablen gebildet, sodass sich daraus Querschnittsdaten ergaben. Die Zeitdimension der Daten wurde in der Clusteranalyse nicht berücksichtigt. Die fünf Vergleichsländer wurden mithilfe der euklidischen Distanz[14] bestimmt. Die durchschnittlichen Unterschiede bei den Variablen Ackerfläche pro Kopf, Landwirtschaftsfläche pro Kopf, durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur und kalorienbasierter SVG für alle pflanzlichen und tierischen Produkte wurde mittels der OLS-Regression aus Gleichung (4) auf Basis von Paneldaten für jeweils fünf Jahre (2010–2014 und 2015–2019) geschätzt.

3.2 Empirische Resultate

3.2.1 Einflussfaktoren auf den Selbstversorgungsgrad

Der Wald-Test für den Modellvergleich zeigt für beide Varianten der Regressionsanalyse, dass «LSDV1» gegenüber «Pooled-OLS» das überlegene Modell ist (Regressionsanalyse-Variante 1: p = 0,000; Regressionsanalyse-Variante 2: p = 0,000), und dass «LSDV3» gegenüber «LSDV1» das überlegene Modell ist (Regressionsanalyse-Variante 1: p = 0,039; Regressionsanalyse-Variante 2: p = 0,055). Die Ergebnisse des Wald-Tests sind in Tabelle D1 im Anhang D aufgeführt. Ein durchschnittlicher Varianzinflationsfaktor von 1,5 für Regressionsanalyse-Variante 1 bzw. 1,4 für Regressionsanalyse-Variante 2 für alle unabhängigen Variablen weist nicht darauf hin, dass Multikollinearität ein Problem darstellt. Multikollinearität bedeutet, dass mehrere unabhängige Variablen den gleichen Informationsgehalt aufweisen (also redundant sind). Der Varianzinflationsfaktor jeder einzelnen unabhängigen Variable liegt unter dem tolerierten Wert von 10 (siehe Tabelle D2 Anhang D).

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse der Regressionsanalyse-Variante 1 (mit Ackerfläche pro Kopf) für die drei abhängigen Variablen «Kalorienbasierter SVG alle Produkte», «Kalorienbasierter SVG pflanzliche Produkte» und «Kalorienbasierter SVG tierische Produkte».

[14] Die euklidische Distanz zwischen der Schweiz CHE und den anderen Ländern i innerhalb des Clusters wurde folgendermassen berechnet: $Dist = \sqrt{(Fläche_{CHE} - Fläche_i)^2 + (Temp_{CHE} - Temp_i)^2}$. Die Differenzen $\Delta\ Fläche$ und $\Delta\ Temp$ wurden jeweils quadriert, dann wurde die Summe aus den quadrierten Differenzen gebildet und abschliessend die Quadratwurzel gezogen. Der kleinste Distanzwert $Dist$ wurde verwendet, um den nächsten Nachbarn der Schweiz hinsichtlich der standardisierten Werte von $Fläche$ und $Temp$ innerhalb des Clusters zu identifizieren.

Tabelle 6: Ergebnisse für die Regressionsanalyse-Variante 1 (mit Ackerfläche pro Kopf) für die drei abhängigen Variablen kalorienbasierter SVG alle, pflanzliche und tierische Produkte.

Unabhängige Variable	(a) Kalorienbasierter SVG alle Produkte	(b) Kalorienbasierter SVG pflanzliche Produkte	(c) Kalorienbasierter SVG tierische Produkte
Ackerfläche pro Kopf	252,351*** (69,613)	284,474*** (97,232)	93,141* (49,426)
Temperatur	3,442** (1,486)	3,935** (1,808)	2,161 (2,119)
BIP pro Kopf	–0,216 (0,145)	0,182 (0,162)	–1,230*** (0,418)
Stickstoffdüngung	0,160*** (0,055)	0,301*** (0,091)	–0,104** (0,050)
PSM-Anwendung	0,804** (0,368)	1,087** (0,491)	–0,078 (0,212)
Fixed-Effects Land	Ja	Ja	Ja
Fixed-Effects Jahr	Ja	Ja	Ja
Beobachtungen	473	473	473
R^2	0,947	0,908	0,948
Adj. R^2	0,940	0,895	0,941

*Hinweise: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1. Robuste Standardfehler in Klammern. Die Konstante ist in allen Modellen berücksichtigt, aber nicht dargestellt.*

Die Ackerfläche pro Kopf hat in allen Modellen einen statistisch signifikanten positiven Effekt auf den SVG. Wenn die Ackerfläche pro Kopf um eine Hektare steigt, dann erhöht sich der SVG für alle Produkte um 252,4 Prozentpunkte, der SVG für pflanzliche Produkte um 284,5 Prozentpunkte und der SVG für tierische Produkte um 93,1 Prozentpunkte. Die durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur hat einen statistisch signifikant positiven Effekt auf den SVG für alle Produkte und den SVG für pflanzliche Produkte. Eine Erhöhung der Temperatur um 1 °C führt zu einer Erhöhung des SVG für alle Produkte um 3,4 Prozentpunkte und beim SVG für pflanzliche Produkte um 3,9 Prozentpunkte. Das BIP pro Kopf hat lediglich auf den SVG für tierische Produkte einen statistisch signifikant negativen Effekt. Eine Erhöhung des BIP pro Kopf um 1'000 US$ führt zu einer Reduzierung des SVG mit tierischen Produkten um 1,2 Prozentpunkte. D.h. ärmere Hocheinkommensländer haben einen höheren SVG bei tierischen Produkten. Bei der Stickstoffdüngung kann ein statistisch signifikant positiver Effekt für den SVG für alle Produkte und pflanzliche Produkte festgestellt werden, wohingegen sich ein negativer Effekt für den SVG für tierische Produkte ergab. Ein ähnliches Muster lässt sich für den Einfluss der unabhängigen Variable PSM-Anwendung feststellen. Allerdings ist der negative Effekt dieser Variable beim SVG für tierische Produkte statistisch nicht signifikant.

Tabelle 7 stellt die Ergebnisse für die Regressionsanalyse-Variante 2 (mit Landwirtschaftsfläche pro Kopf) für die drei abhängigen Variablen kalorienbasierter SVG alle, pflanzliche und tierische Produkte dar.

Tabelle 7: Ergebnisse für die Regressionsanalyse-Variante 1 (mit Landwirtschaftsfläche pro Kopf) für die drei abhängigen Variablen kalorienbasierter SVG alle, pflanzliche und tierische Produkte.

Unabhängige Variable	(a) Kalorienbasierter SVG alle Produkte	(b) Kalorienbasierter SVG pflanzliche Produkte	(c) Kalorienbasierter SVG tierische Produkte
Landwirtschaftsfläche pro Kopf	11,580** (4,969)	9,777 (6,075)	5,812 (3,995)
Temperatur	4,285** (1,540)	5,994** (1,877)	2,421 (2,182)
BIP pro Kopf	–0,045 (0,157)	0,390** (0,180)	–1,175*** (0,395)
Stickstoffdüngung	0,119** (0,054)	0,249** (0,086)	–0,116** (0,054)
PSM-Anwendung	0,779** (0,348)	1,053 (0,463)	–0,085 (0,212)
Fixed-Effects Land	Ja	Ja	Ja
Fixed-Effects Jahr	Ja	Ja	Ja
Beobachtungen	473	473	473
R^2	0,942	0,902	0,948
Adj. R^2	0,934	0,888	0,941

*Hinweise: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1. Robuste Standardfehler in Klammern. Die Konstante ist in allen Modellen berücksichtigt, aber nicht dargestellt.*

Die Resultate zeigen, dass die Vorzeichen der Einflussfaktoren im Vergleich zur Regressionsanalyse-Variante 1 identisch sind. Allerdings sind die Signifikanzniveaus für einige der unabhängigen Variablen geringer. Der positive Effekt der unabhängigen Variablen „Landwirtschaftsfläche pro Kopf" ist nur für den SVG für alle Produkte statistisch signifikant. Eine Erhöhung der Landwirtschaftsfläche pro Kopf um 1 Hektar führt zu einer Steigerung des SVG für alle Produkte um 11,6 Prozentpunkte. Die unterschiedlichen Grössenordnungen der Schätzer für die unabhängigen Variablen «Ackerfläche pro Kopf» und «Landwirtschaftsfläche pro Kopf» lassen sich durch die unterschiedlichen Wertebereiche dieser Variablen erklären. Die durchschnittliche Ackerfläche pro Kopf beträgt im Sample der Hocheinkommensländer rund 0,3 ha und ist damit deutlich kleiner als die durchschnittliche Landwirtschaftsfläche pro Kopf von etwa 1,2 ha. Die Temperatur hat ebenfalls einen statistisch signifikant positiven Effekt auf den SVG für alle und pflanzliche Produkte. Wie bei Variante 1 wird ein statistisch signifikanter negativer Effekt der unabhängigen Variable BIP pro Kopf auf den SVG für tierische Produkte beobachtet. Eine Erhöhung der Stickstoffdüngung um 1 kg pro Hektar Ackerfläche führt zu einer Steigerung des SVG für alle Produkte um 0,12 Prozentpunkte und für pflanzliche Produkte um 0,3 Prozentpunkte. Die Stickstoffdüngung hat hingegen einen negativen Effekt auf den SVG für tierische Produkte. Die PSM-Anwendung hat lediglich auf den SVG für alle Produkte einen statistisch signifikant positiven Effekt. Das heisst, die Erhöhung der PSM-Anwendung um 1 kg pro Hektare Ackerfläche führt zu einer Steigerung des SVG für alle Produkte um 0,8 Prozentpunkte.

Die Tests auf Robustheit, bei denen ein GLS-Modell und ein GLM mit Gamma-Verteilung und Log-Link geschätzt wurden, sind in den Tabellen D3 bis D6 im Anhang D zu finden. Die Vorzeichen der Schätzer des GLS-Modells bleiben im Vergleich zum OLS-Modell unverändert. Auch die Grössenordnungen der Schätzer sind ähnlich. Lediglich bei der Variablen «Temperatur» weisen die Resultate des GLS-Modells kleinere Schätzer auf als die des OLS-Modells. Die Signifikanzniveaus sind bis auf zwei Fälle ebenfalls ähnlich: Beim OLS-Modell ist der Effekt der Variablen «Landwirtschaftsfläche pro Kopf» und «PSM-Anwendung» bei Modellvariante (b) statistisch nicht signifikant.

Bis auf die Variable «BIP pro Kopf», die beim GLM ein positives Vorzeichen aufweist, gibt es keine Unterschiede bei den Vorzeichen zwischen dem GLM und dem OLS-Modell. Die Grössenordnungen der Schätzer für die Variablen «Ackerfläche pro Kopf», «Landwirtschaftsfläche pro Kopf» und «Temperatur» sind beim GLM durchweg geringer als beim OLS-Modell. Bei den Signifikanzniveaus lassen sich einige wenige Unterschiede zwischen dem GLM und dem OLS-Modell beobachten. Bei Regressionsanalyse-Variante 1 ist die Variable «Stickstoffdüngung» im GLM für die Modellvariante (c) statistisch nicht signifikant und die Variable «PSM-Anwendung» statistisch signifikant. Bei Regressionsanalyse-Variante 2 ist der GLM-Schätzer für die Variable «PSM-Anwendung in den Modellvarianten (b) und (c) statistisch signifikant, wohingegen die Variable «Stickstoffdüngung» im GLM für Modellvariante (c) statistisch nicht signifikant ist.

Abb. 7 und Abb. 8 zeigen die standardisierten Beta-Koeffizienten für die Regressionsanalyse-Varianten 1 und 2 für die Modelle mit den abhängigen Variablen (a) kalorienbasierter SVG alle Produkte, (b) kalorienbasierter SVG pflanzliche Produkte und (c) kalorienbasierter SVG tierische Produkte.

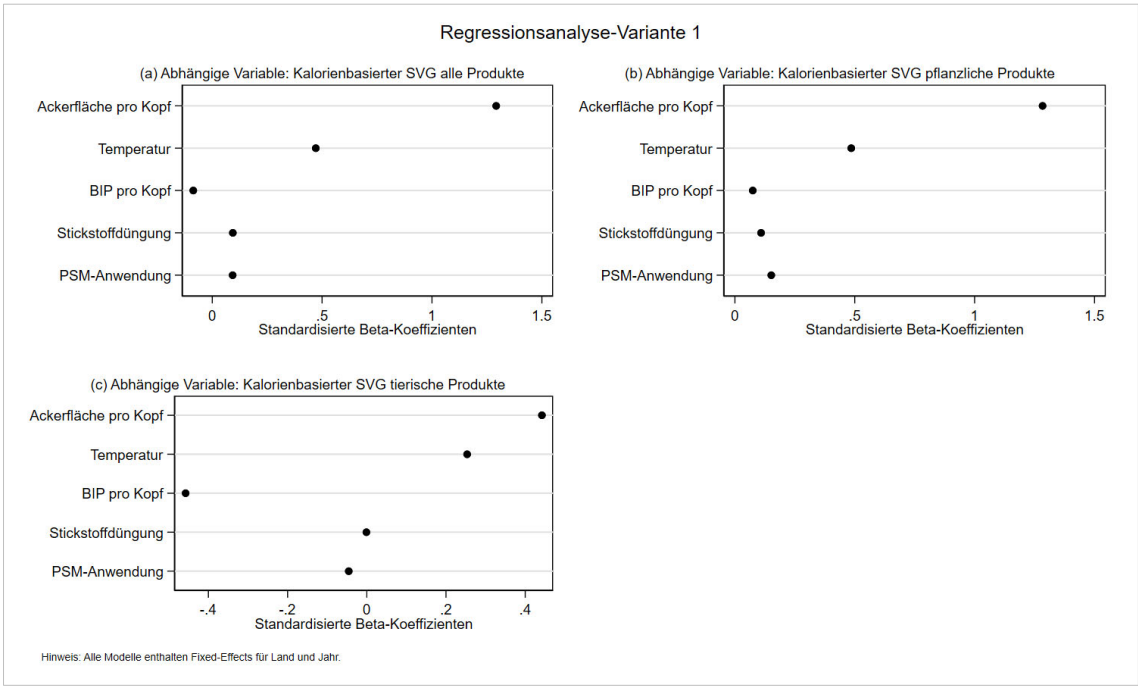


Abb. 7: Standardisierte Beta-Koeffizienten für die Regressionsanalyse-Variante 1 für die Modelle mit den abhängigen Variablen kalorienbasierter (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte.

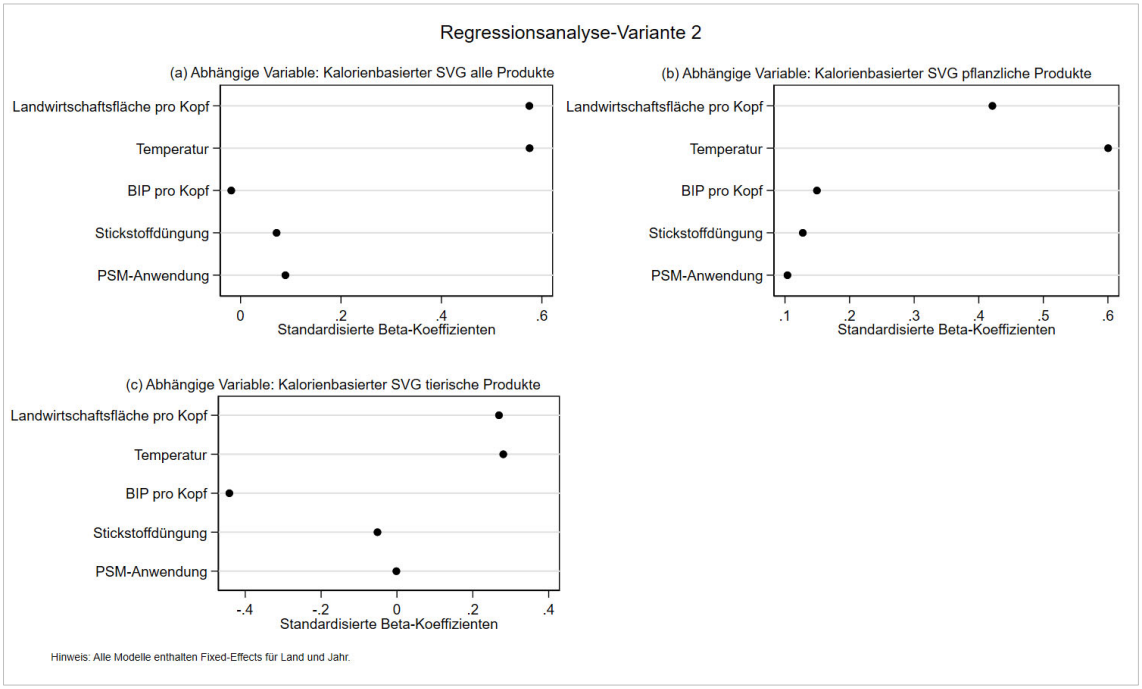


Abb. 8: Standardisierte Beta-Koeffizienten für die Regressionsanalyse-Variante 2 für die Modelle mit den abhängigen Variablen kalorienbasierter (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte.

Für die Regressionsanalyse-Variante 1 zeigen die standardisierten Beta-Koeffizienten, dass die «Ackerfläche pro Kopf» die höchste Relevanz aufweist, gefolgt von der «Temperatur», «Stickstoffdüngung», «PSM-Anwendung» und «BIP pro Kopf». Hingegen ist bei der Regressionsanalyse-Variante 2 bei den Modellen mit den abhängigen Variablen «SVG pflanzliche Produkte» und «SVG tierische Produkte» die unabhängige Variable «Temperatur» der relevanteste Einflussfaktor. Beim Modell mit der abhängigen Variablen «SVG alle Produkte» weisen die «Landwirtschaftsfläche pro Kopf» und die «Temperatur» die gleiche Relevanz auf. Die Variablen «BIP pro Kopf», «Stickstoffdüngung» und «PSM-Anwendung» sind dagegen weniger relevant.

3.2.2 Der Selbstversorgungsgrad der Schweiz im Vergleich zu ausgewählten Ländern aus Europa

(1) In diesem Unterkapitel wird die Schweiz mit den folgenden Ländergruppen bezüglich SVG verglichen: Direkte Nachbarländer: Deutschland, Frankreich, Italien und Österreich.
(2) Beneluxstaaten: Belgien, Luxemburg und die Niederlande.
(3) Iberische Union: Portugal und Spanien.
(4) Osteuropäische Länder: Slowenien, Kroatien, Ungarn, Tschechei, Slowakei und Polen.

Die durchschnittlichen Unterschiede im SVG wurden für den Zeitraum 2010–2020 gemäss Gleichung (4) geschätzt.

3.2.2.1 Die Schweiz im Vergleich zu ihren direkten Nachbarländern

Abb. 9 zeigt den SVG der Schweiz (CHE) sowie den ihrer direkten Nachbarländer Österreich (AUT), Frankreich (FRA), Deutschland (DEU) und Italien (ITA) für den Zeitraum 2010–2020. Die Unterschiede im SVG (90 %-Konfidenzintervall) zwischen der Schweiz und ihren direkten Nachbarländern sind in Abb. 10 dargestellt.

Der SVG der Schweiz ist geringer als der der meisten direkten Nachbarländer. Die Schweiz hat nur gegenüber Italien einen signifikant höheren SVG bei den tierischen Produkten (+12,7 Prozentpunkte im Zeitraum 2010–2020). Im Vergleich zu Frankreich ist der SVG der Schweiz um 70,5 Prozentpunkte (alle Produkte) bis 89,1 Prozentpunkte (pflanzliche Produkte) niedriger.

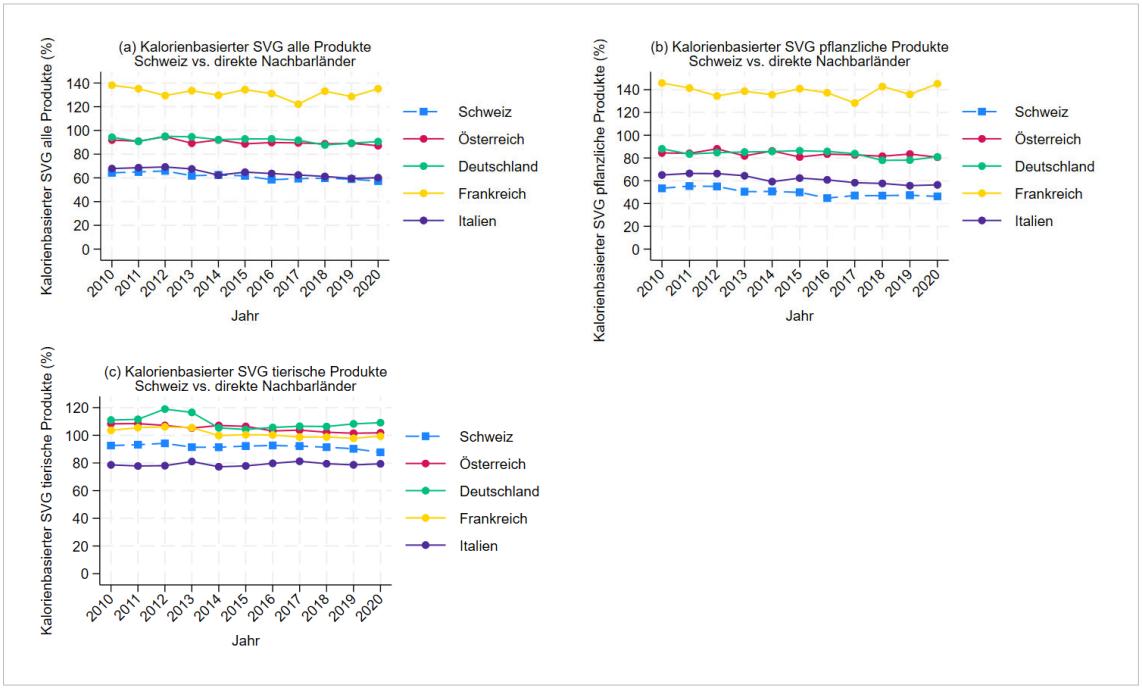


Abb. 9: Entwicklung des (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte der Schweiz (CHE) im Vergleich zu ihren direkten Nachbarländern Österreich (AUT), Frankreich (FRA), Deutschland (DEU) und Italien (ITA) für die Jahre 2010–2020.

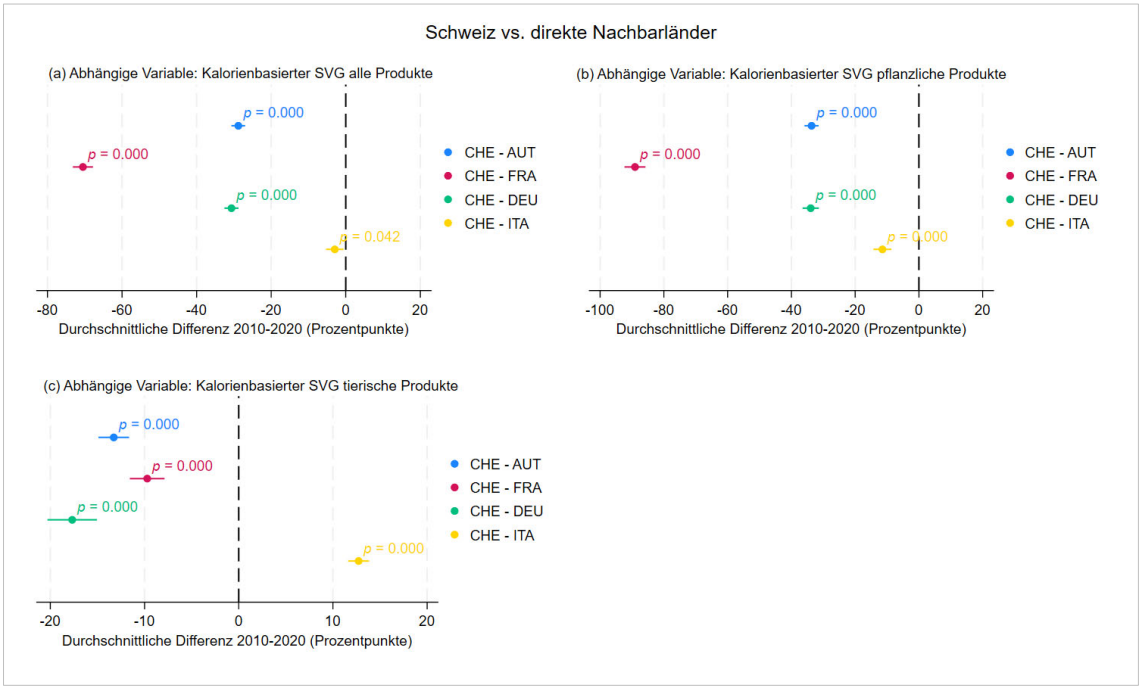


Abb. 10: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für den (a) SVG für Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte der Schweiz und ihren direkten Nachbarländern.

3.2.2.2 Die Schweiz im Vergleich zu den Beneluxstaaten

Abb. 11 stellt den SVG der Schweiz (CHE) sowie den der Beneluxstaaten Belgien (BEL), Luxemburg (LUX) und den Niederlanden (NLD) für den Zeitraum 2010–2020 dar. Die durchschnittlichen Unterschiede im SVG (90 %-Konfidenzintervall) zwischen der Schweiz und den Beneluxstaaten sind in Abb. 12 dargestellt.

Der Schweizer SVG war im Durchschnitt um 6,8 Prozentpunkte (alle Produkte) bzw. 7,4 Prozentpunkte (pflanzliche Produkte) höher als der der Niederlande. Die meisten Benzluxländer hatten jedoch einen signifikant höheren SVG bei den tierischen Produkten.

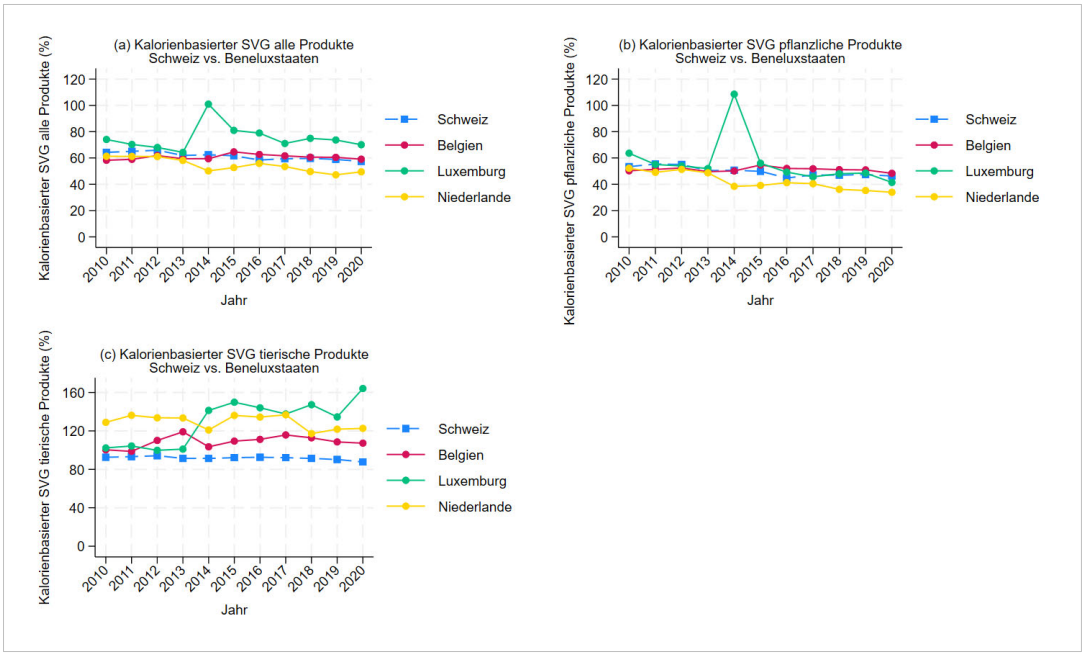


Abb. 11: Entwicklung des (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte der Schweiz (CHE) im Vergleich zu den Beneluxstaaten Belgien (BEL), Luxemburg (LUX) und den Niederlanden (NLD) für die Jahre 2010–2020.

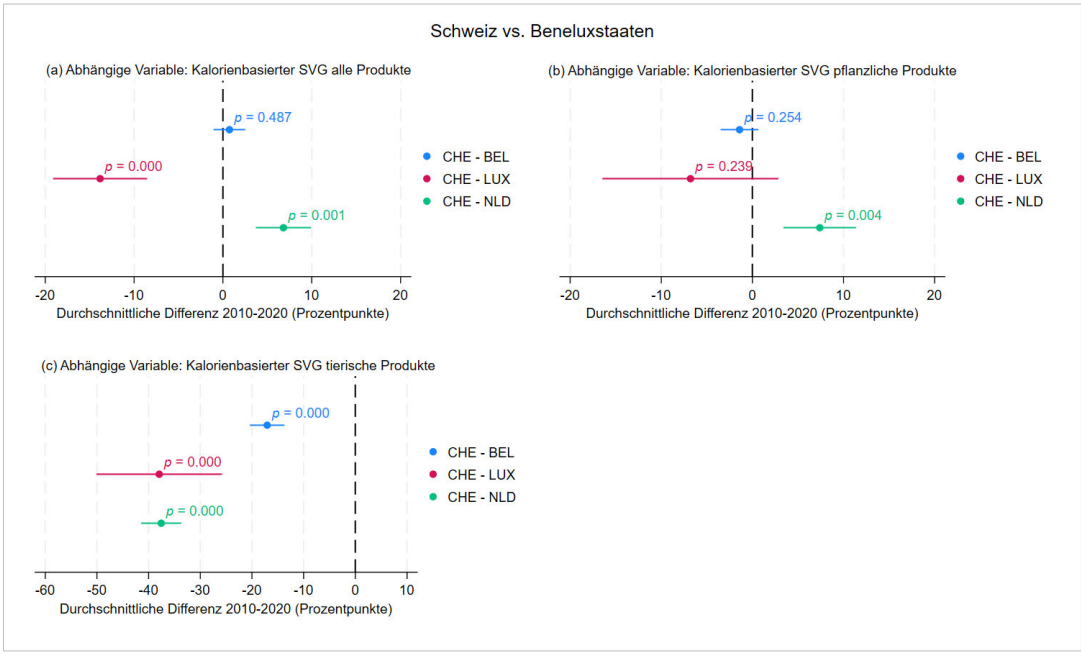


Abb. 12: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90%-Konfidenzintervall für den (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz und den Beneluxstaaten.

3.2.2.3 Die Schweiz im Vergleich zu Ländern der iberischen Union

Abb. 13 zeigt den SVG der Schweiz (CHE) im Vergleich mit den Ländern der iberischen Union Spanien (ESP) und Portugal (PRT) für den Zeitraum 2010–2020. Die Unterschiede im SVG (90 %-Konfidenzintervall) zwischen der Schweiz und Spanien sowie Portugal sind in Abb. 14 dargestellt.

Die Schweiz hat im Vergleich zu Spanien einen signifikant geringen SVG (–13,2 Prozentpunkte beim SVG für alle Produkte, –20,2 Prozentpunkte beim SVG für pflanzliche Produkte und –7,9 Prozentpunkte beim SVG für tierische Produkte). Im Gegensatz dazu hat die Schweiz gegenüber Portugal einen signifikant höheren SVG (+14,2 Prozentpunkte beim SVG für alle Produkte, +7,5 Prozentpunkte beim SVG für pflanzliche Produkte und +12,7 Prozentpunkte beim SVG für tierische Produkte).

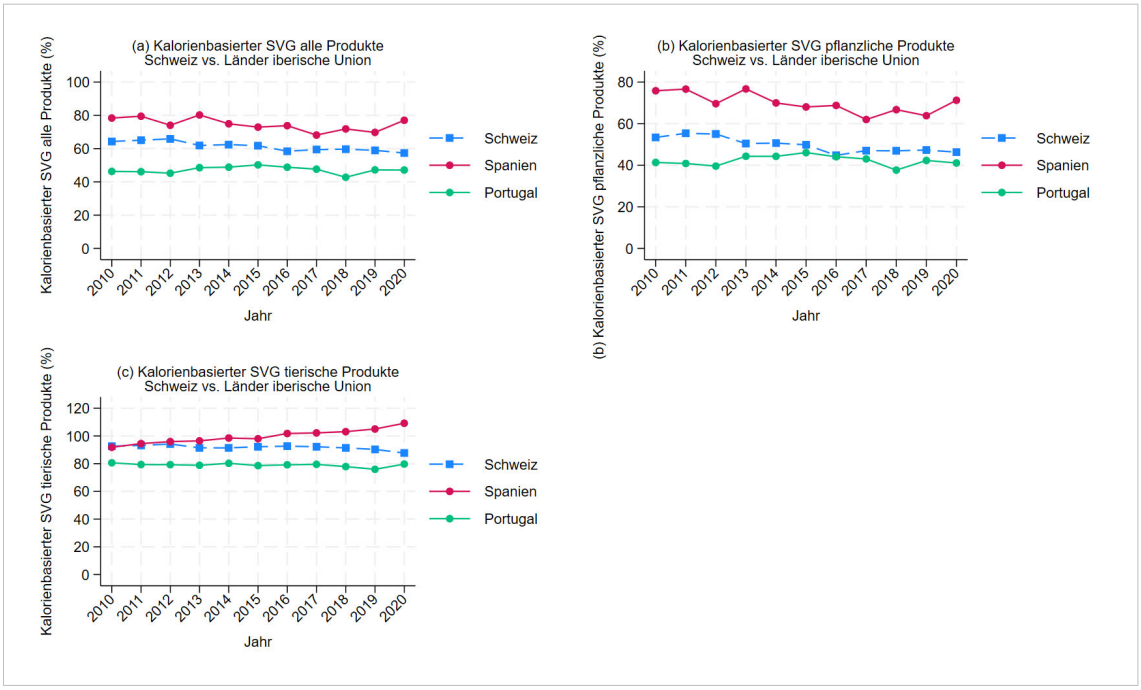


Abb. 13: Entwicklung des (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte der Schweiz (CHE) im Vergleich zu den Ländern der iberischen Union Spanien (ESP) und Portugal (PRT) für den Zeitraum 2010–2020.

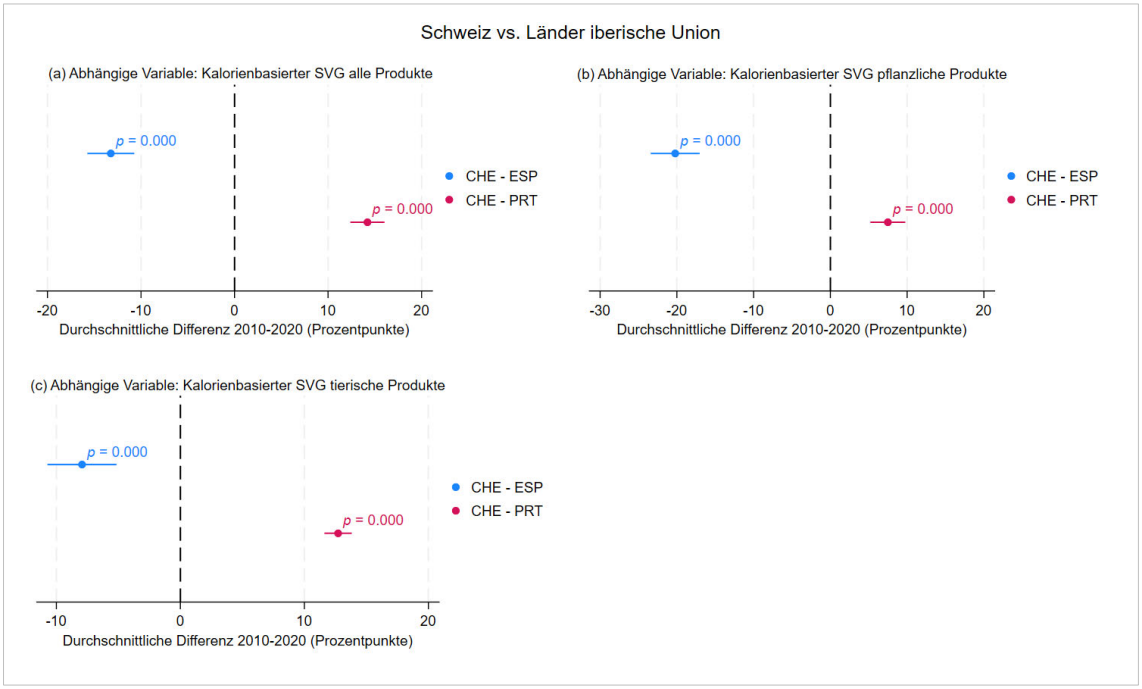


Abb. 14: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für den (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz und den Ländern der iberischen Union.

3.2.2.4 Die Schweiz im Vergleich zu osteuropäischen Ländern

Abb. 15 zeigt den SVG der Schweiz (CHE) im Vergleich zu den osteuropäischen Ländern Slowenien (SVN), Kroatien (HRV), Ungarn (HUN), Tschechei (CZE), Slowakei (SVK) und Polen (POL) für den Zeitraum 2010–2020 Die Unterschiede im SVG (90 %-Konfidenzintervall) zwischen den Ländern sind in Abb. 16 dargestellt.

Im Zeitraum 2010–2020 war der SVG der Schweiz dem von Slowenien sehr ähnlich. Es zeigten sich weder beim SVG aller Produkte, noch beim SVG pflanzlicher und tierischer Produkte statistisch signifikante Unterschiede. Die grössten Unterschiede waren gegenüber Ungarn zu beobachten. Der SVG der Schweiz war im Vergleich zu dem von Ungarn um 90,2 Prozentpunkte tiefer für alle Produkte und um 110,9 Prozentpunkte tiefer für pflanzliche Produkten. Demgegenüber weist die Schweiz einen signifikant höheren SVG als Kroatien (+18,9 Prozentpunkte), die Tschechei (+12,0 Prozentpunkte) und die Slowakei (+36,5 Prozentpunkte) auf.

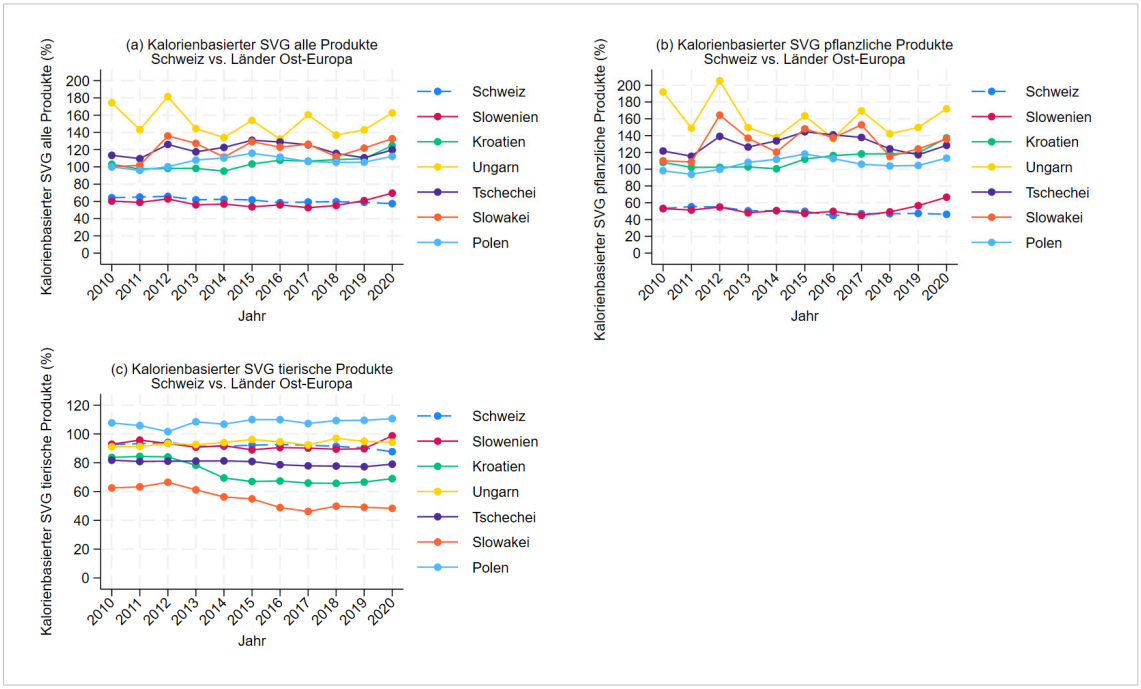


Abb. 15: Entwicklung des (a) SVG für Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte der Schweiz (CHE) im Vergleich zu den osteuropäischen Ländern Slowenien (SVN), Kroatien (HRV), Ungarn (HUN), Tschechei (CZE), Slowakei (SVK) und Polen (POL) für den Zeitraum 2010–2020.

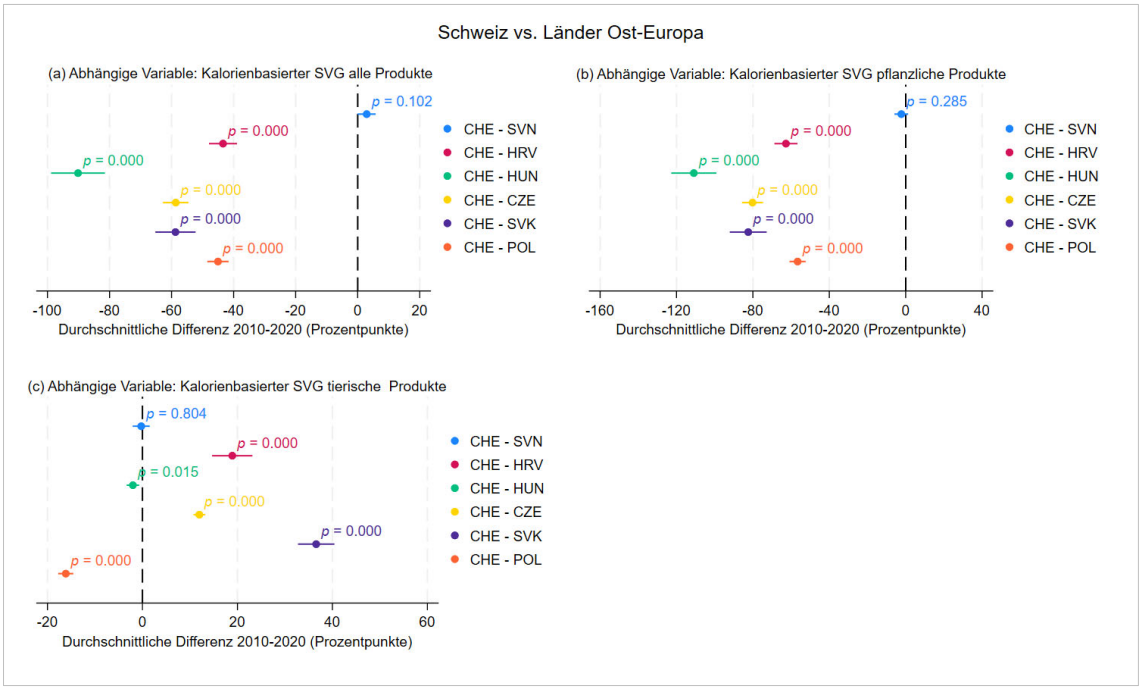


Abb. 16: Durchschnittlichen Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für den (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz und den osteuropäischen Ländern.

3.2.3 Länder mit ähnlichen natürlichen und ökonomischen Bedingungen wie die Schweiz

Tabelle 8 zeigt auf Basis von Matching-Variante 1 die fünf Länder, deren natürliche und ökonomische Bedingungen am ehesten mit der Schweiz vergleichbar sind. Um die Robustheit der Resultate zu überprüfen, wurden die Matching-Variablen schrittweise hinzugefügt.

Dabei zeigte sich, dass das statistische Rauschen zunimmt, wenn zusätzliche Matching-Variablen berücksichtigt werden. D.h., eine balancierte Struktur hinsichtlich der fünf ähnlichsten Länder für die gesamte Zeitreihe 2010–2020 kann teilweise nicht erreicht werden (siehe Tabelle E1 im Anhang E).

Tabelle 8: Fünf Länder, deren natürliche und ökonomische Bedingungen am ehesten mit der Schweiz vergleichbar sind (Matching-Variante 1).

Ähnliche Länder auf Basis von Schritt 1: Ackerfläche pro Kopf + Temperatur	Ähnliche Länder auf Basis von Schritt 2: Ackerfläche pro Kopf + Temperatur + BIP pro Kopf	Ähnliche Länder auf Basis von Schritt 3: Ackerfläche pro Kopf + Temperatur + BIP pro Kopf + Stick-stoffdüngung + PSM-Anwendung
1. Japan	1. Niederlande	1. Niederlande
2. Süd-Korea	2. Japan	2. Chile
3. Niederlande	3. Südkorea	3. Belgien
4. Chile	4. Belgien	4. Japan
5. Belgien	5. Chile	5. Slowenien

In den ersten zwei Schritten zählen Japan, Südkorea, die Niederlande, Chile und Belgien zu den Ländern mit den ähnlichsten natürlichen und ökonomischen Bedingungen. Von Schritt 1 nach Schritt 2 verändert sich lediglich die Reihenfolge der Länder. In Schritt 3 zählt Slowenien anstelle von Südkorea zu den Ländern, die sehr ähnliche Bedingungen wie die Schweiz aufweisen.

In Tabelle 9 sind die Länder, die am ähnlichsten sind, auf Basis der Matching-Variante 2 dargestellt. Auch bei dieser Variante werden die Matching-Variablen schrittweise hinzugefügt, um die Robustheit der Ergebnisse zu überprüfen. Die Berücksichtigung zusätzlicher Matching-Variablen führt ebenfalls zu mehr statistischem Rauschen (siehe Tabelle E2 im Anhang E).

Tabelle 9: Fünf Länder, deren natürliche und ökonomische Bedingungen am ehesten mit der Schweiz vergleichbar sind (Matching-Variante 2).

Ähnliche Länder auf Basis von Schritt 1: Landwirtschaftsfläche pro Kopf + Temperatur	Ähnliche Länder auf Basis von Schritt 2: Landwirtschaftsfläche pro Kopf + Temperatur + BIP pro Kopf	Ähnliche Länder auf Basis von Schritt 3: Landwirtschaftsfläche pro Kopf + Temperatur + BIP pro Kopf + Stickstoffdüngung + PSM-Anwendung
1. Norwegen	1. Norwegen	1. Deutschland
2. Belgien	2. Luxemburg	2. Norwegen
3. Deutschland	3. Niederlande	3. Luxemburg
4. Niederlande	4. Belgien	4. Italien
5. Luxemburg	5. Japan	5. Belgien

In Matching-Variante 2 sind Norwegen, Belgien und Luxemburg der Schweiz hinsichtlich ihrer natürlichen und ökonomischen Bedingungen relativ ähnlich. Zusätzlich ergeben sich Deutschland (Schritte 1 und 3), die Niederlande (Schritte 1 und 2), Japan (Schritt 2) und Italien (Schritt 3). Dies bedeutet, dass die Zusammensetzung der Länder in Matching-Variante 2 weniger robust ist als in Matching-Variante 1.

Gemäss Gleichung (4) fungiert jede der Matching-Variablen separat als abhängige Variable. Mittels einer Dummy-Variable (Schweiz = 1; nächster Nachbar = 0) wird die durchschnittliche Differenz geschätzt. Die durchschnittlichen Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall zwischen der Schweiz (CHE) und den ähnlichsten Ländern (Belgien (BEL), Chile (CHL), Japan (JPN), Süd-Korea (KOR), Niederlande (NLD) und Slowenien (SVN) für die Matching-Variante 1 sind in Abbildung 17 dargestellt.

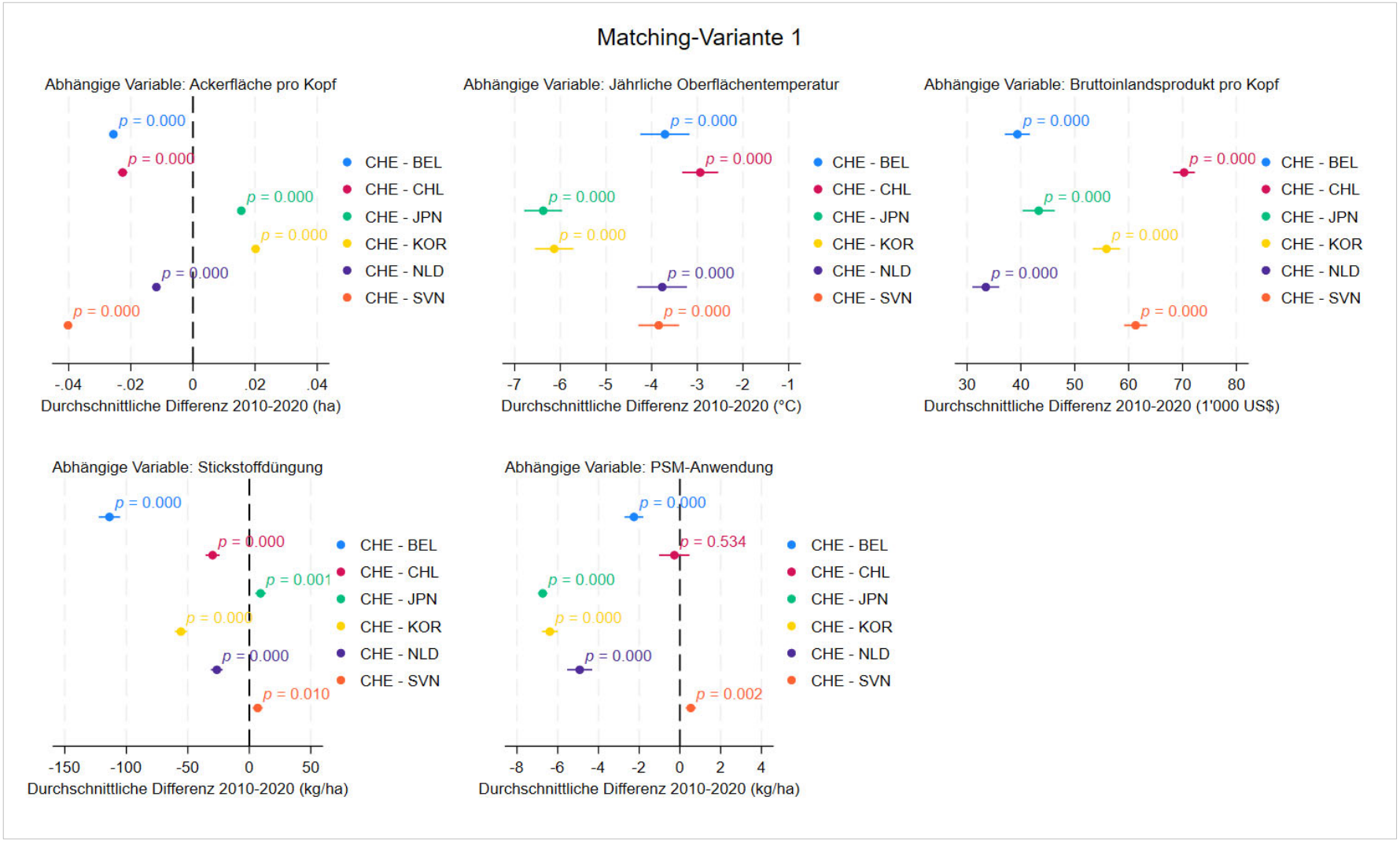


Abb. 17: Durchschnittliche Differenzen der Mittelwerte der Matching-Variablen auf dem 90 %-Konfidenzintervall zwischen der Schweiz und Ländern, mit ähnlichen natürlichen und ökonomischen Bedingungen (Matching-Variante 1).

Die Resultate zeigen, dass sich die Schweiz von den Ländern mit ähnlichen natürlichen und ökonomischen Bedingungen – bis auf eine Ausnahme – hinsichtlich der Matching-Variablen statistisch signifikant unterscheiden. Beispielsweise war die Ackerfläche pro Kopf in der Schweiz im Zeitraum 2010–2020 im Durchschnitt um 0,02 ha grösser als in Süd-Korea und um 0,015 ha grösser als in Japan. Die durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur der Schweiz war im Zeitraum 2010–2020 im Vergleich zu den Vergleichsländern am niedrigsten. Am grössten war der Unterschied zu Japan mit –6,4 °C. Das BIP pro Kopf der Schweiz war im Zeitraum 2010–2020 im Durchschnitt rund 70'000 US$ höher als das von Chile. Die geringste durchschnittliche Differenz von rund 33'000 US$ ergab sich im Vergleich zu den Niederlanden. Die durchschnittliche Stickstoffdüngung (in kg/ha Ackerfläche) der Schweiz war im Zeitraum 2010–2020 höher als die von Japan (+9,1 kg/ha) und Slowenien (+6,8 kg/ha), aber geringer als die von Belgien (−113,8 kg/ha), Süd-Korea (−55,6 kg/ha), Chile (−29,8 kg/ha) und den Niederlanden (−26,4 kg/ha). Die durchschnittliche PSM-Anwendung (kg/ha Ackerfläche) der Schweiz lag zwischen 2010 und 2020 auf dem gleichen Niveau wie in Chile. Eine geringere durchschnittliche PSM-Anwendung wies die Schweiz im Vergleich zu Japan (–6,7 kg/ha), Süd-Korea (–6,4 kg/ha), den Niederlanden (–4,9 kg/ha) und Belgien (–2,3 kg/ha) auf. Lediglich im Vergleich zu Slowenien war die durchschnittliche PSM-Anwendung der Schweiz leicht höher (+0,5 kg/ha).

Abbildung 18 zeigt die durchschnittlichen Differenzen der Mittelwerte der Matching-Variablen auf dem 90 %-Konfidenzintervall zwischen der Schweiz (CHE) und den Vergleichsländern Belgien (BEL), Deutschland (DEU), Italien (ITA), Japan (JPN), Luxemburg (LUX), Niederlande (NLD) und Norwegen (NOR) für Matching-Variante 2.

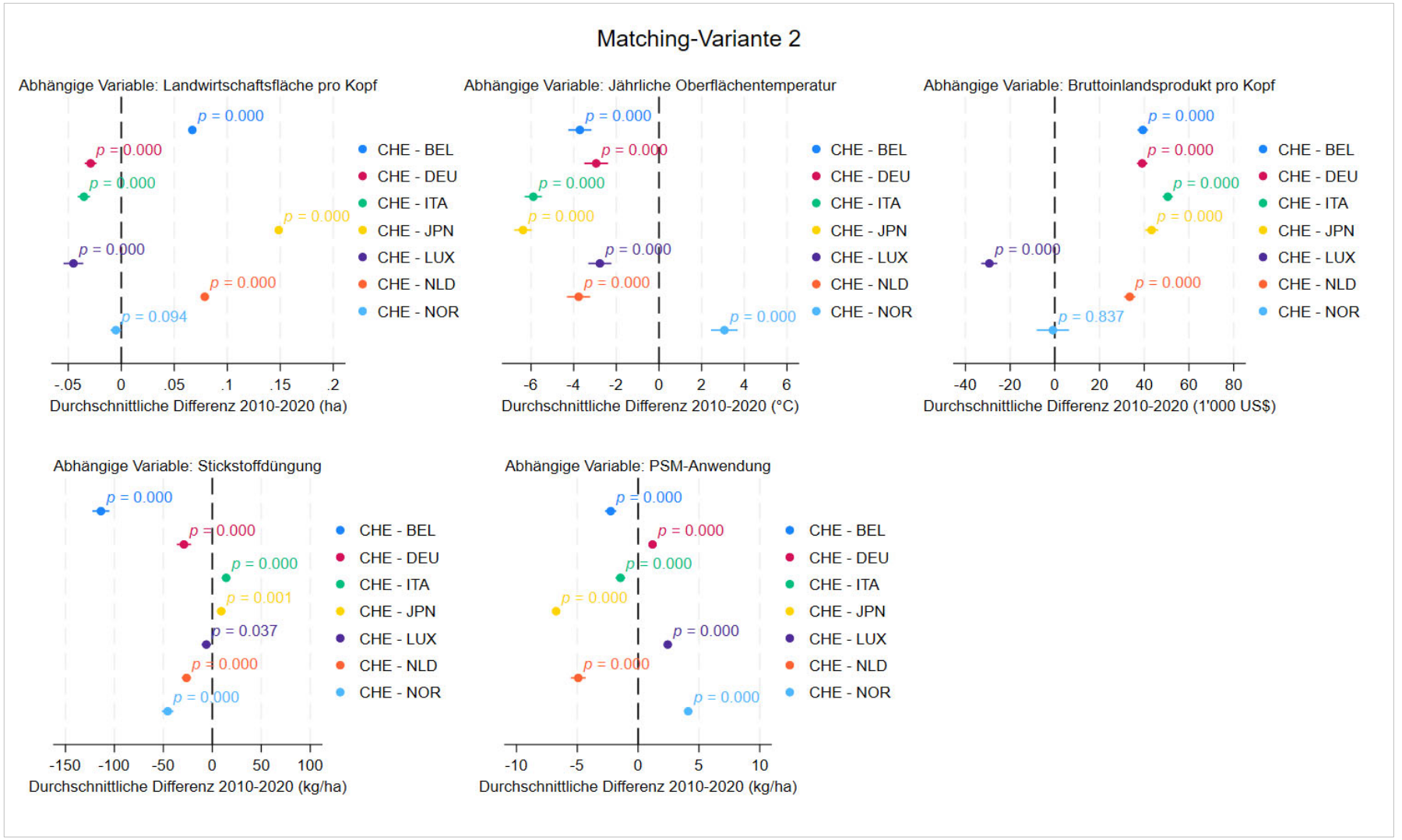


Abb. 18: Durchschnittliche Differenzen der Mittelwerte der Matching-Variablen auf dem 90 %-Konfidenzintervall zwischen der Schweiz und den Vergleichsländern, die ähnliche natürliche und ökonomische Bedingungen aufweisen (Matching-Variante 2).

Bei der zweiten Matching-Variante, bei der die Landwirtschaftsfläche pro Kopf statt der Ackerfläche pro Kopf berücksichtigt wurde, zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der ersten Matching-Variante: Bis auf eine Ausnahme unterscheiden sich die Schweiz und ihre nächsten Nachbarn bei den Matching-Variablen signifikant voneinander. Bei der Landwirtschaftsfläche pro Kopf war die grösste durchschnittliche positive Differenz im Zeitraum 2010–2020 mit rund 0,15 Hektar beim nächsten Nachbarn Japan zu beobachten, wohingegen die grösste durchschnittliche negative Differenz mit −0,45 Hektar beim nächsten Nachbarn Luxemburg zu verzeichnen war. Im Vergleich zu Norwegen war die durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur in der Schweiz zwischen 2010 und 2020 um 3,1 °C höher. Die durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur war in der Schweiz im gleichen Zeitraum hingegen geringer als bei den übrigen nächsten Nachbarn. Beim BIP pro Kopf war im Vergleich zu Belgien, Deutschland, Italien, Japan und den Niederlanden im Zeitraum 2010–2020 eine positive durchschnittliche Differenz zu verzeichnen. Zwischen der Schweiz und Norwegen gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied. Lediglich im Vergleich zu Luxemburg war das BIP pro Kopf in der Schweiz zwischen 2010 und 2020 im Durchschnitt rund 29 000 Franken geringer. Die Stickstoffdüngung (in kg/ha Ackerfläche) war in der Schweiz im Zeitraum 2010–2020 im Durchschnitt höher als in Italien (+14,1 kg/ha) und Japan (+9,1 kg/ha), aber geringer als in Belgien (−113,8 kg/ha), Deutschland (−29,0 kg/ha), Luxemburg (−6,2 kg/ha), den Niederlanden (−26,4 kg/ha) und Norwegen (−45,6 kg/ha). Im selben Zeitraum war die PSM-Anwendung in der Schweiz im Durchschnitt um 4,1 kg pro Hektare Ackerfläche höher als in Norwegen, aber um 6,7 kg pro Hektare Ackerfläche geringer als in Japan.

3.2.3.1 Durchschnittliche Differenzen beim Selbstversorgungsgrad

Abbildung 19 zeigt die durchschnittlichen Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und ihren nächsten Nachbarn Belgien (BEL), Chile (CHL), Japan (JPN), Südkorea (KOR), den Niederlanden (NLD) und Slowenien (SVN). Die Basis für diese Berechnungen sind die Ergebnisse von Matching-Variante 1. Die Entwicklung des SVG für alle, pflanzliche und tierische Produkte für die Schweiz und ihre nächsten Nachbarn zwischen 2010 und 2020 ist in Abbildung E1 im Anhang E zu finden.

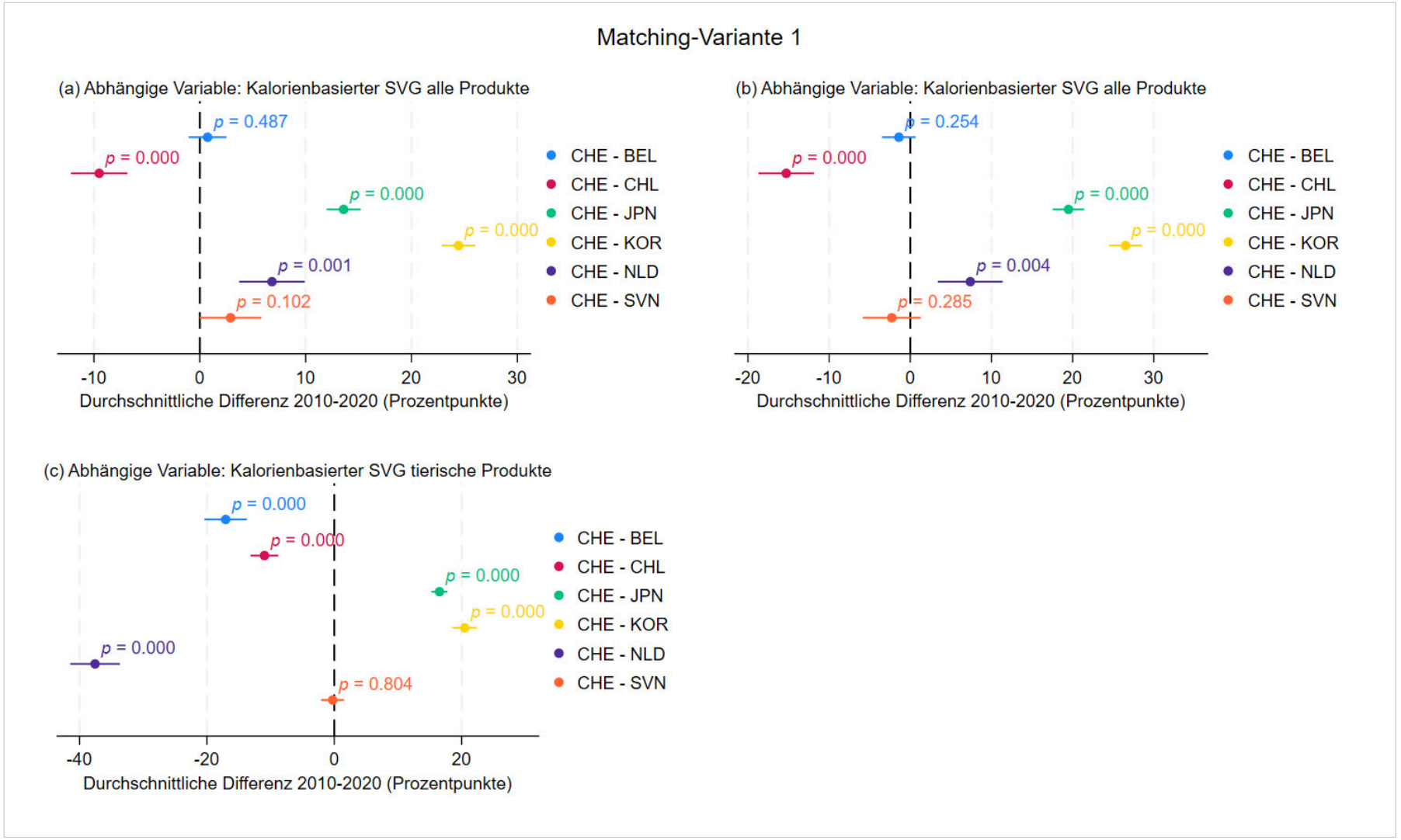


Abb. 19: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für den (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und Vergleichsländern, die ähnliche natürliche und ökonomische Bedingungen aufweisen. Belgien (BEL), Chile (CHL), Japan (JPN), Süd-Korea (KOR), Niederlande (NLD) und Slowenien (SVN) auf Basis von Matching-Variante 1.

Im Zeitraum 2010–2020 war der SVG für alle Produkte der Schweiz im Durchschnitt um 13,6 Prozentpunkte höher als der von Japan, um 24,4 Prozentpunkte höher als der von Süd-Korea und um 6,8 Prozentpunkte höher als der von den Niederlanden. Keine statistisch signifikanten Unterschiede gab es im Vergleich zu Belgien und Slowenien. Lediglich im Vergleich zu Chile war der SVG für alle Produkte im Durchschnitt um 9,5 Prozentpunkte geringer. Beim SVG für pflanzliche Produkte zeigte sich ein ähnliches Muster: Der SVG der Schweiz war zwischen 2010 und 2020 im Durchschnitt höher als der von Japan (+19,5 Prozentpunkte), Süd-Korea (+26,5 Prozentpunkte) und den Niederlanden (+7,4 Prozentpunkte), aber geringer als der von Chile (−15,3 Prozentpunkte). Im Vergleich zu Belgien und Slowenien ergab sich kein statistisch signifikanter Unterschied. Beim SVG für tierische Produkte ergab sich eine positive durchschnittliche Differenz im Vergleich zu Japan (+16,5 Prozentpunkte) und Süd-Korea (+20,5 Prozentpunkte). Hingegen war der SVG für tierische Produkte der Schweiz im Zeitraum 2010–2020 im Durchschnitt geringer als der von Belgien (−17,1 Prozentpunkte), Chile (−11,0 Prozentpunkte) und den Niederlanden (−37,6 Prozentpunkte). Die durchschnittliche Differenz zwischen der Schweiz und Slowenien war statistisch nicht signifikant.

Abbildung 20 stellt die durchschnittlichen Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und ihren nächsten Nachbarn Belgien (BEL), Deutschland (DEU), Italien (ITA), Japan (JPN), Luxemburg (LUX), den Niederlanden (NLD) und Norwegen (NOR) dar. Die Basis für diese Berechnungen sind die Ergebnisse von Matching-Variante 2. Die Entwicklung des SVG für alle Produkte, pflanzliche Produkte und tierische Produkte für die Schweiz und ihre nächsten Nachbarn für den Zeitraum 2010–2020 ist in Abbildung E2 im Anhang E zu finden.

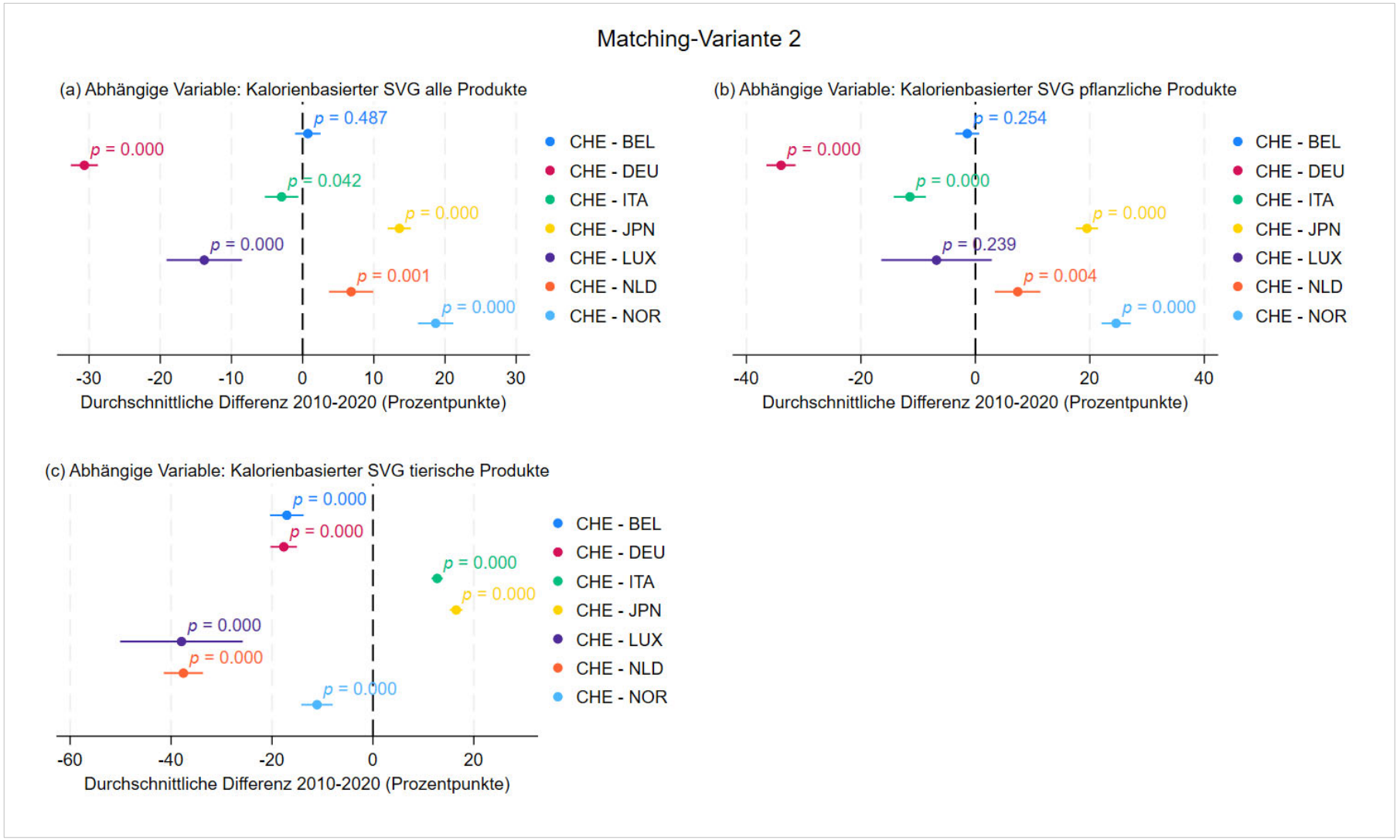


Abb. 20: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und Vergleichsländern, die ähnliche natürliche und ökonomische Bedingungen aufweisen, Belgien (BEL), Deutschland (DEU), Italien (ITA), Japan (JPN), Luxemburg (LUX), den Niederlanden (NLD) und Norwegen (NOR) auf Basis von Matching-Variante 2.

Für Matching-Variante 2 ergibt sich im Hinblick auf die durchschnittlichen Differenzen beim SVG der Schweiz und ihrer nächsten Nachbarn folgendes Bild: Der SVG für alle Produkte war im Zeitraum 2010–2020 im Durchschnitt höher als der von Japan (+13,6 Prozentpunkte), den Niederlanden (+6,8 Prozentpunkte) und Norwegen (+18,7 Prozentpunkte), aber geringer als der von Deutschland (−30,7 Prozentpunkte), Italien (−3,0 Prozentpunkte) und Luxemburg (−13,8 Prozentpunkte). Anzumerken ist hierbei, dass die Exporte Luxemburgs ab dem Jahr 2014 stark anstiegen, was entsprechend zu einem höheren SVG für die folgenden Jahre führte (siehe hierzu die Ausführungen zur Berechnung des SVG in Kapitel 3.1.1 „Datenbasis"). Im Vergleich zu Belgien gab es keine statistisch signifikante durchschnittliche Differenz beim SVG für alle Produkte. Beim SVG für pflanzliche Produkte war im Zeitraum 2010–2020 eine positive durchschnittliche Differenz von 24,6 Prozentpunkten gegenüber Norwegen, 19,5 Prozentpunkten gegenüber Japan und 7,4 Prozentpunkten gegenüber den Niederlanden auszumachen. Keine statistisch signifikante Differenz bestand zwischen der Schweiz und Belgien sowie der Schweiz und Luxemburg. Eine negative durchschnittliche Differenz war bei den nächsten Nachbarn Deutschland (−34,0 Prozentpunkte) und Italien (−11,5 Prozentpunkte) zu beobachten. Während gegenüber Belgien (−17,1 Prozentpunkte), Deutschland (−17,7 Prozentpunkte), Luxemburg (−37,9 Prozentpunkte), den Niederlanden (−37,6 Prozentpunkte) und Norwegen (−11,1 Prozentpunkte) jeweils eine negative durchschnittliche Differenz auszumachen war, war es gegenüber Japan (+16,5 Prozentpunkte) und Italien (+12,7 Prozentpunkte) jeweils eine positive durchschnittliche Differenz.

3.2.4 Vergleichsländer zur Schweiz auf Basis K-Medoids-Clusteranalyse

Abbildung 21 visualisiert die Ergebnisse für die Cluster-Variante 1, die auf den durchschnittlichen und dann standardisierten Werten der Variablen „Ackerfläche pro Kopf" und „Durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur" für die Jahre 2010–2014 basiert. Entsprechend der Mehrheitsregel wird eine Clusterlösung k = 3 bevorzugt (siehe Tabelle G1 im Anhang G).

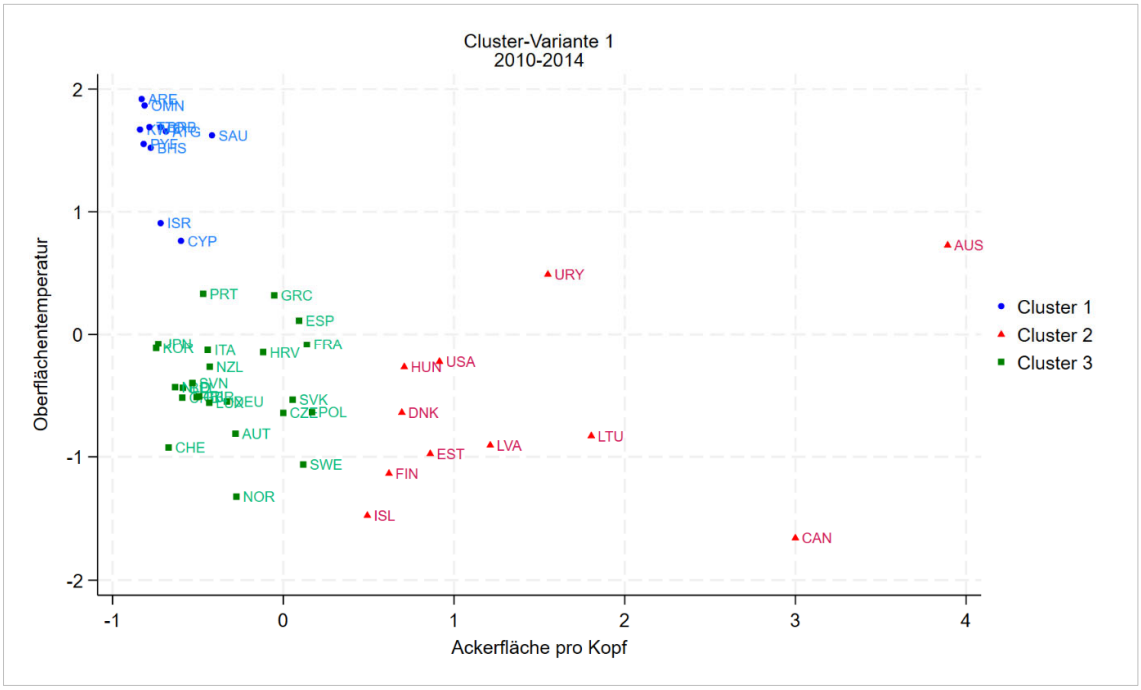


Abb. 21: Ergebnisse der Cluster-Variante 1 für die Jahre 2010–2014.

Trinidad-Tobago (TTO) ist der Cluster-Medoid von Cluster 1 (blau), Lettland (LVA) von Cluster 2 (rot) und Irland (IRL) von Cluster 3 (grün). Die Mitgliedschaft der Hocheinkommensländer in den jeweiligen Clustern sowie ihre jeweiligen nächsten Nachbarn sind in Tabelle F2 im Anhang F aufgeführt. Die Schweiz (CHE) gehört Cluster 3 an. Als Vergleichsländer wurden anhand der euklidischen Distanz Österreich (AUT), Chile (CHL), Luxemburg (LUX), Grossbritannien (GBR) und Irland (IRL) identifiziert.

Abb. 22 zeigt die durchschnittlichen Differenzen der nicht standardisierten Werte der Variablen „Ackerfläche pro Kopf" und „durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur" zwischen der Schweiz und ihren nächsten Nachbarn

für die Jahre 2010–2014. Die Ackerfläche pro Kopf der Schweiz war im Vergleich zu allen nächsten Nachbarn im Durchschnitt statistisch signifikant kleiner. Die grösste durchschnittliche Differenz zeigte sich gegenüber Österreich (–0,11 ha), während die Differenz gegenüber Chile mit –0,02 ha am geringsten ausfiel. Die jährliche Oberflächentemperatur Österreichs unterschied sich im Zeitraum 2010–2014 im Durchschnitt nicht signifikant von jener der Schweiz. Dagegen war die durchschnittliche Oberflächentemperatur der Schweiz statistisch signifikant geringer als jene von Chile (–3,1 °C), Luxemburg (–2,8 °C), Grossbritannien (–3,1 °C) und Irland (–3,2 °C).

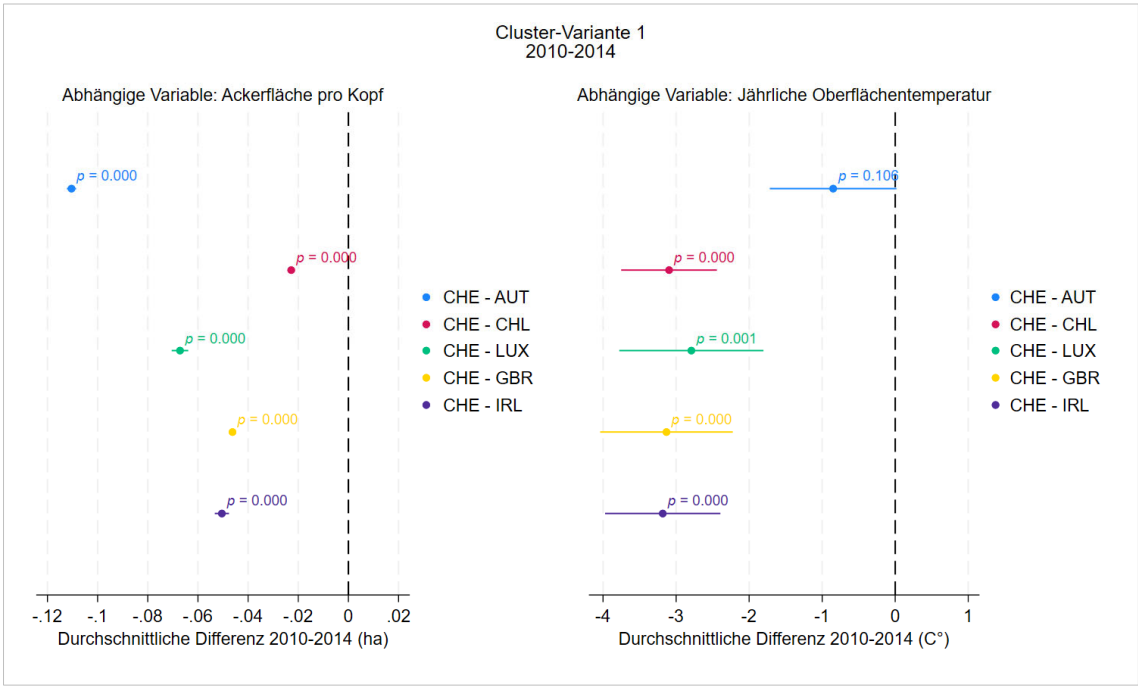


Abb. 22: Durchschnittliche Differenzen für die (nicht-standardisierten) Werte der Variablen „Ackerfläche pro Kopf" und „Durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur" zwischen der Schweiz und ihren nächsten Nachbarn Österreich (AUT), Chile (CHL), Luxemburg (LUX), Gross-Britannien (GBR), und Irland (IRL) für die Jahre 2010–2014 auf Basis Cluster-Variante 1.

Beim SVG für alle, pflanzliche und tierische Produkte zeigen sich für den Zeitraum 2010–2014 überwiegend negative durchschnittliche Differenzen zwischen der Schweiz und ihren nächsten Nachbarn (Abb. 23). So lag der Schweizer SVG im Vergleich zu Österreich im Durchschnitt für alle Produkte um –27,9 Prozentpunkte, für pflanzliche Produkte um –32,0 Prozentpunkte und für tierische Produkte um –14,7 Prozentpunkte tiefer. Zwischen der Schweiz und Luxemburg bestanden im Zeitraum 2010–2014 beim SVG für alle Produkte sowie für pflanzliche Produkte keine statistisch signifikanten Unterschiede. Im Durchschnitt war der Schweizer SVG für pflanzliche Produkte jedoch um 10,2 Prozentpunkte statistisch signifikant höher als jener Irlands, und der SVG für tierische Produkte um 21,1 Prozentpunkte statistisch signifikant höher als jener Grossbritanniens.

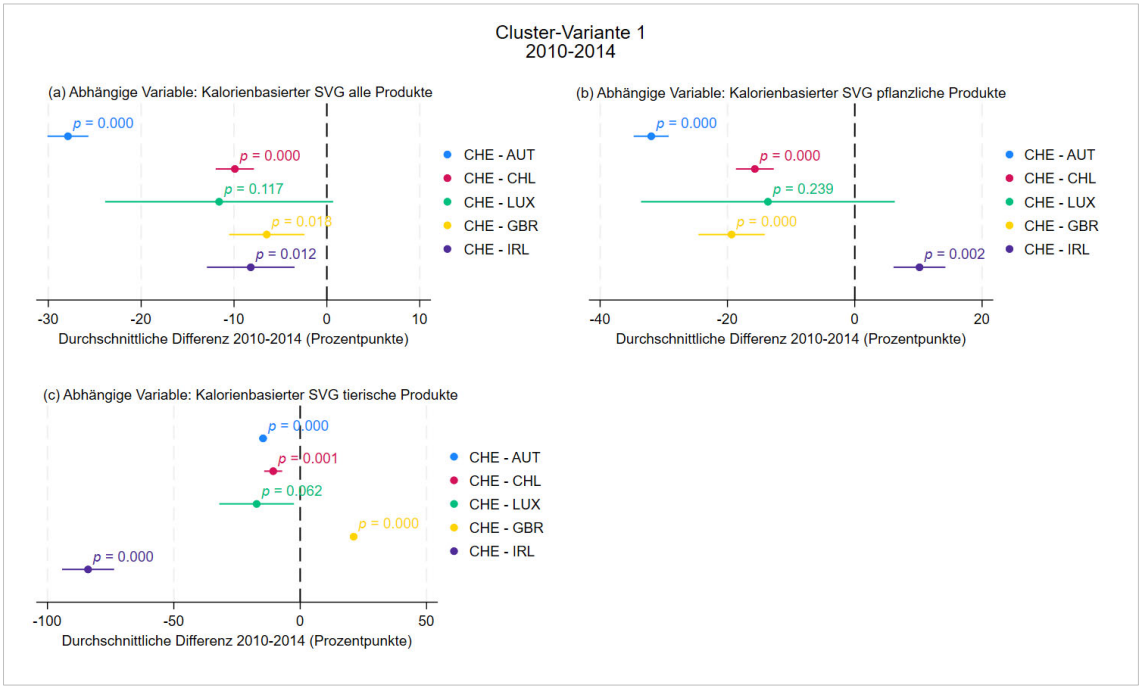


Abb. 23: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und den Vergleichsländern Österreich (AUT), Chile (CHL), Luxemburg (LUX), Gross-Britannien (GBR), und Irland (IRL) für den Zeitraum 2010–2014 auf Basis von Cluster-Variante 1.

Für die Jahre 2015–2019 deutet die Mehrheitsregel auf $k = 2$ oder $k = 3$ als optimale Anzahl an Clustern hin (siehe Tabelle F1 im Anhang F). Um die Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen für die Jahre 2010–2014 zu gewährleisten, wird $k = 3$ gewählt. Dementsprechend sieht die Visualisierung für Cluster-Variante 1 in Abbildung 24 für die Jahre 2015–2019 ähnlich aus wie in Abbildung 21.

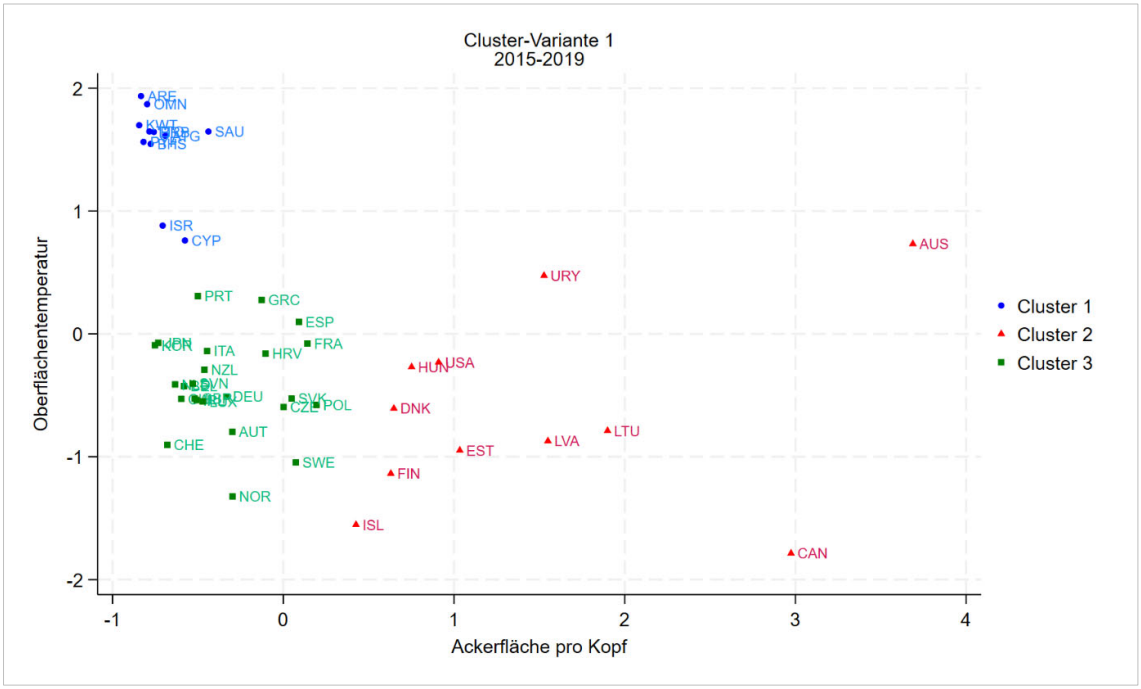


Abb. 24: Ergebnisse der Cluster-Variante 1 für die Jahre 2015–2019.

Bei den Cluster-Medoiden ist allerdings eine Verschiebung zu beobachten: Barbados (BRB) ist nun der Medoid von Cluster 1 (blau), Estland (EST) der von Cluster 2 (rot) und Slowenien (SLV) der von Cluster 3 (grün). Die Mitgliedschaft der Hocheinkommensländer in den jeweiligen Clustern sowie ihre jeweiligen nächsten Nachbarn sind in Tabelle F3 im Anhang F aufgeführt. Die Schweiz (CHE) gehört auch im Zeitraum 2015–2019 erneut Cluster 3 an. Als Vergleichsländer wurden wiederum Österreich (AUT), Chile (CHL), Luxemburg (LUX), Grossbritannien (GBR) und Irland (IRL) anhand der euklidischen Distanz identifiziert.

Bei den beiden Variablen „Ackerfläche pro Kopf“ und „durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur“ zeigen sich zwischen der Schweiz und ihren nächsten Nachbarn für die Jahre 2015–2019 ähnliche Muster wie im Zeitraum 2010–2014 (Abb. 25). Lediglich im Vergleich zu Österreich war die jährliche Oberflächentemperatur der Schweiz im Durchschnitt um –0,8 °C statistisch signifikant geringer. Auch bei den durchschnittlichen Differenzen im SVG für alle, pflanzliche und tierische Produkte ergeben sich für 2015–2019 ähnliche Muster wie für 2010–2014 (Abb. 26). Eine Ausnahme bildet der SVG für alle Produkte: Dieser war im Vergleich zu Luxemburg im Zeitraum 2015–2019 im Durchschnitt um –16,3 Prozentpunkte statistisch signifikant geringer, während im Zeitraum 2010–2014 zwischen der Schweiz und Luxemburg keine statistisch signifikante Differenz bestand.

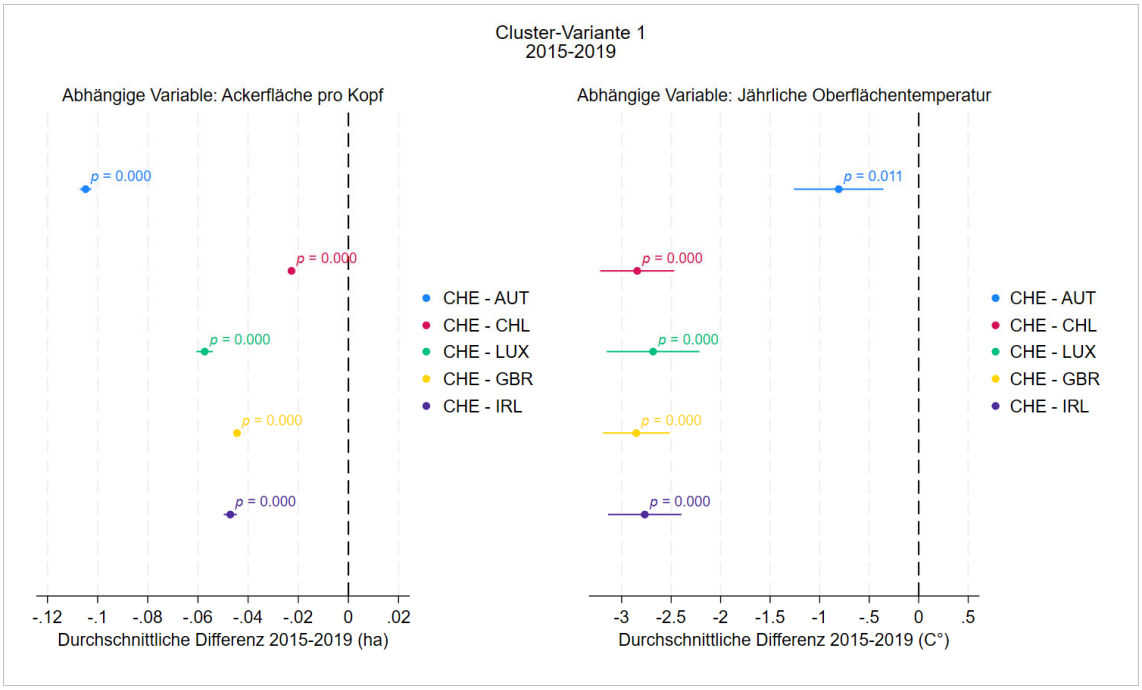


Abb. 25: Durchschnittliche Differenzen für die (nicht-standardisierten) Werte der Variablen „Ackerfläche pro Kopf” und „Durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur” zwischen der Schweiz und den Vergleichsländern Österreich (AUT), Chile (CHL), Luxemburg (LUX), Gross-Britannien (GBR), und Irland (IRL) für die Jahre 2015–2019 auf Basis Cluster-Variante 1.

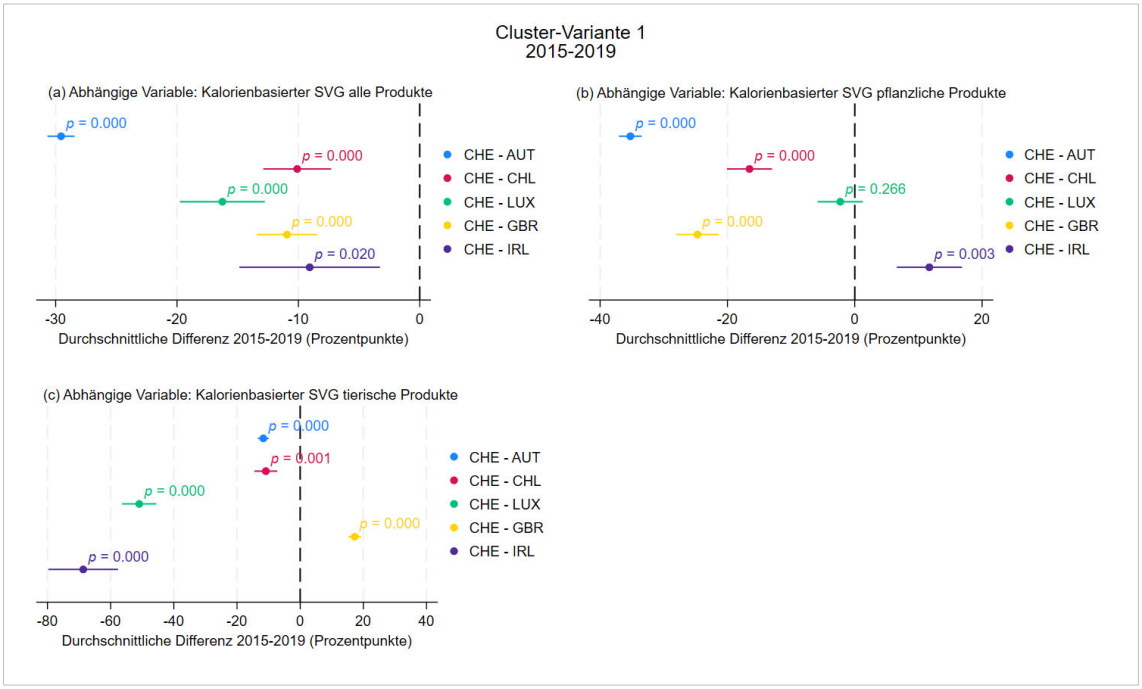


Abb. 26: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und Österreich (AUT), Chile (CHL), Luxemburg (LUX), Gross-Britannien (GBR), und Irland (IRL) für den Zeitraum 2015–2019 auf Basis von Cluster-Variante 1.

Die Cluster-Variante 2 basiert auf den durchschnittlichen Werten der Variablen „Landwirtschaftsfläche pro Kopf" und „durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur" für die Jahre 2010–2014. Diese wurden in der Clusteranalyse als standardisierte Werte verwendet. Bei Cluster-Variante 2 für die Jahre 2010–2014 ergeben sich $k = 2$ oder $k = 3$ als optimale Anzahl an Clustern (siehe Tabelle F1 im Anhang F). Wie in Abbildung 27 zu sehen ist, würde Australien (AUS) als Ausreisser bei der Clusterlösung $k = 3$ ein Cluster repräsentieren, weshalb $k = 2$ ausgewählt wurde. Die Mitgliedschaft der Hocheinkommensländer in den jeweiligen Clustern sowie ihre jeweiligen nächsten Nachbarn werden in Tabelle F4 im Anhang F gezeigt.

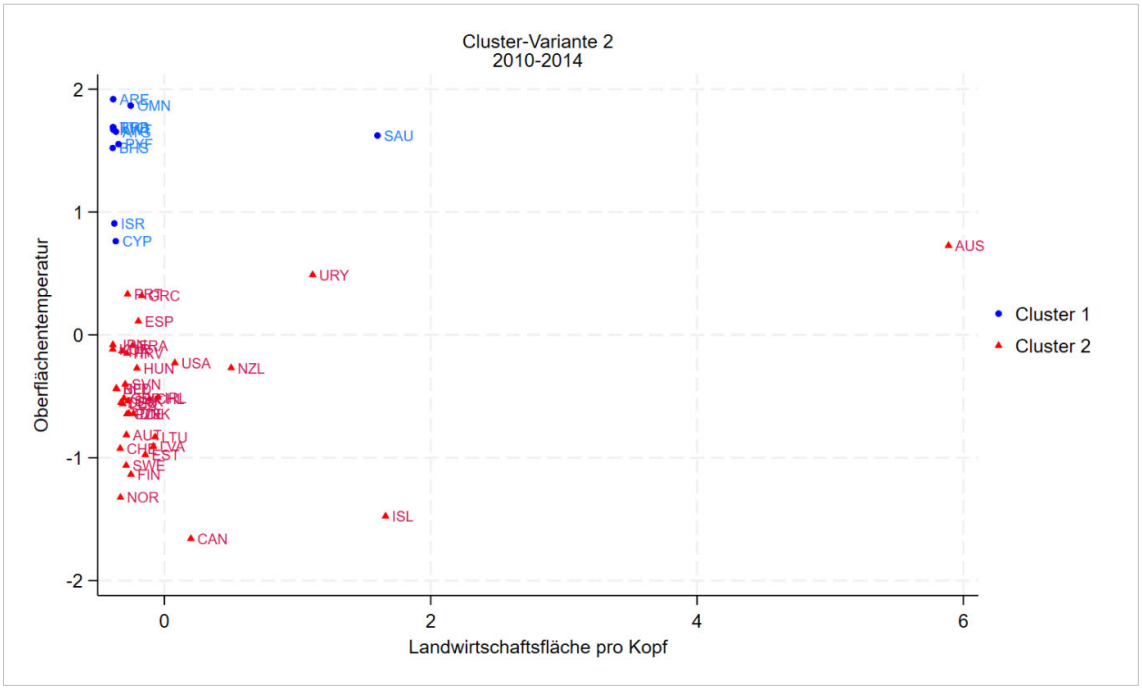


Abb. 27: Ergebnisse der Cluster-Variante 2 für die Jahre 2010–2014.

In Cluster 1 (blau) ist Antigua und Barbuda (ATG) das Cluster-Medoid, in Cluster 2 (rot) ist es die Slowakei (SVK). Als Vergleichsländer wurden Österreich (AUT), Schweden (SWE), Estland (EST), Finnland (FIN) und Lettland (LVA) identifiziert.

Wie in Abb. 28 ersichtlich, war die Landwirtschaftsfläche pro Kopf der Schweiz im Zeitraum 2010–2014 im Vergleich zu allen nächsten Nachbarn durchweg statistisch signifikant kleiner: gegenüber Österreich (–0,13 ha), Schweden (–0,13 ha), Estland (–0,53 ha), Finnland (–0,23 ha) und Lettland (–0,71 ha). Hinsichtlich der jährlichen Oberflächentemperatur waren die nächsten Nachbarn der Schweiz ähnlicher als in Cluster-Variante 1. Zu Österreich, Schweden, Estland und Lettland ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede. Lediglich im Vergleich zu Finnland war die jährliche Oberflächentemperatur der Schweiz im Durchschnitt um +1,6 °C höher.

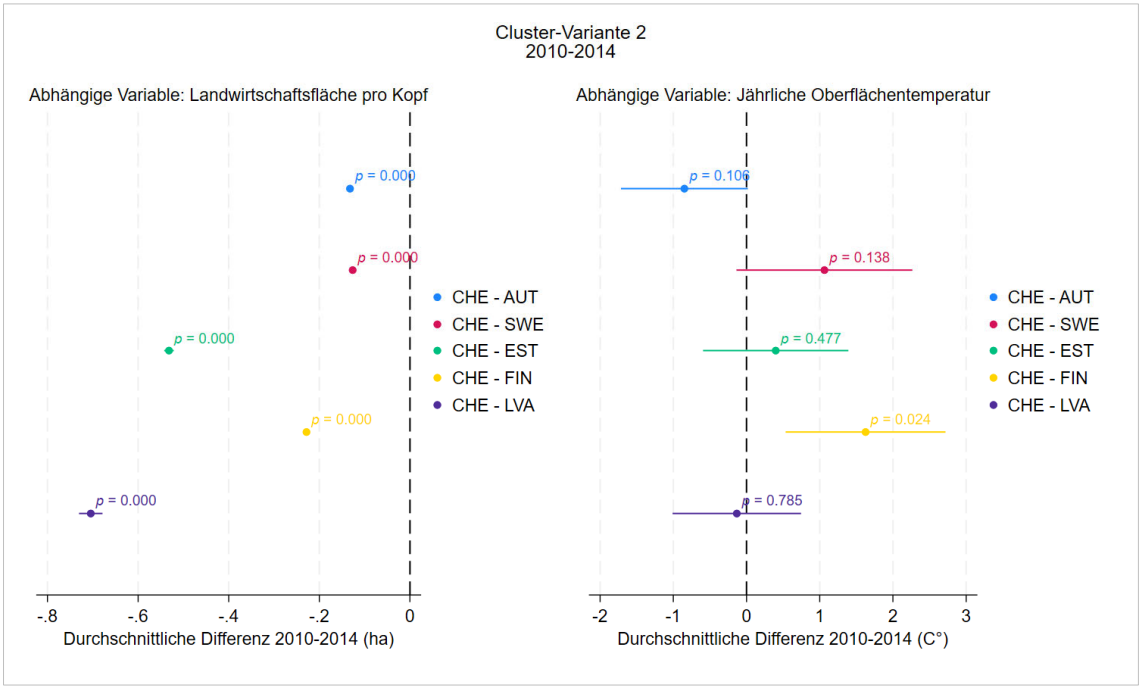


Abb. 28: Durchschnittliche Differenzen für die (nicht-standardisierten) Werte der Variablen „Landwirtschaftsfläche pro Kopf" und „Durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur" zwischen der Schweiz und Österreich (AUT), Schweden (SWE), Estland (EST), Finnland (FIN) und Lettland (LVA) für die Jahre 2010–2014 auf Basis Cluster-Variante 2.

Für den Zeitraum 2010–2014 ergeben sich im Vergleich zwischen der Schweiz und Länder mit ähnlichen natürlichen und ökonomischen Bedingungen überwiegend statistisch signifikant negative durchschnittliche Differenzen beim SVG für alle, pflanzliche und tierische Produkte (Abb. 29). Die grössten Differenzen traten beim SVG für pflanzliche Produkte auf: Der SVG der Schweiz lag im Durchschnitt um –63,6 Prozentpunkte unter jenem Lettlands und um –62,4 Prozentpunkte unter jenem Estlands. Beim SVG für tierische Produkte bestanden hingegen keine statistisch signifikanten Unterschiede zu Schweden und Finnland.

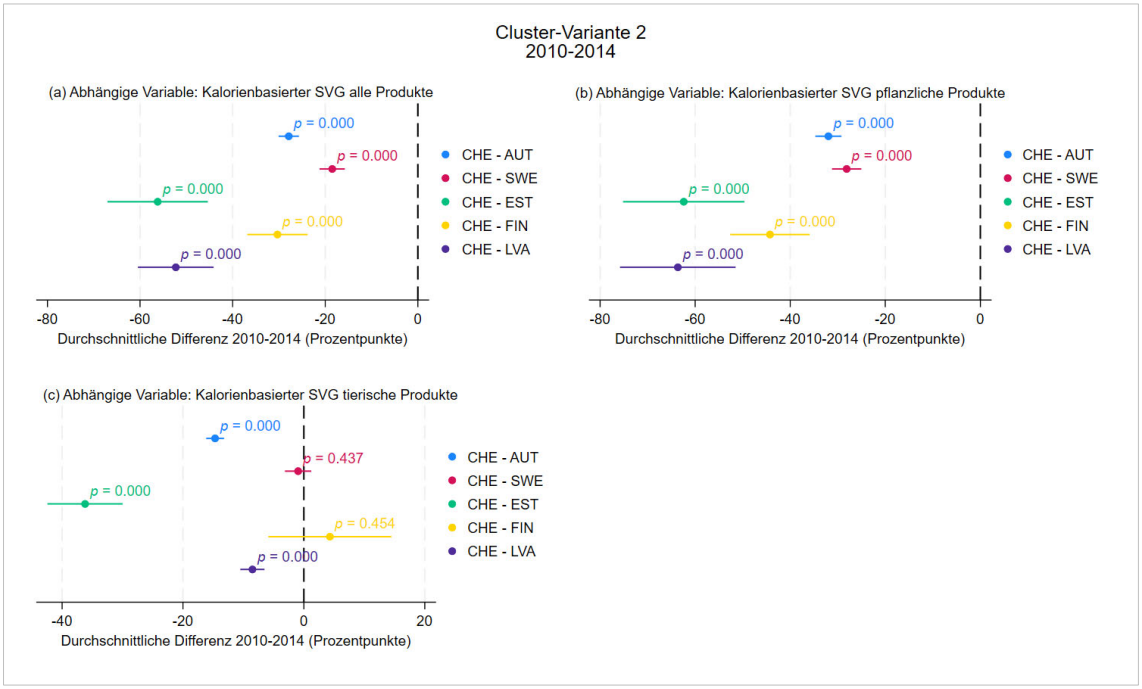


Abb. 29: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und Österreich (AUT), Schweden (SWE), Estland (EST), Finnland (FIN) und Lettland (LVA) für den Zeitraum 2010–2014 auf Basis von Cluster-Variante 2.

Abb. 30 stellt die Ergebnisse für Cluster-Variante 2 für die Jahre 2015–2019 dar. Die optimale Anzahl an Clustern in ist *k* = 2 (siehe Tabelle F1 im Anhang F). Die Mitgliedschaft der Hocheinkommensländer in den jeweiligen Clustern sowie ihre jeweiligen nächsten Nachbarn sind in Tabelle F5 im Anhang F zu finden.

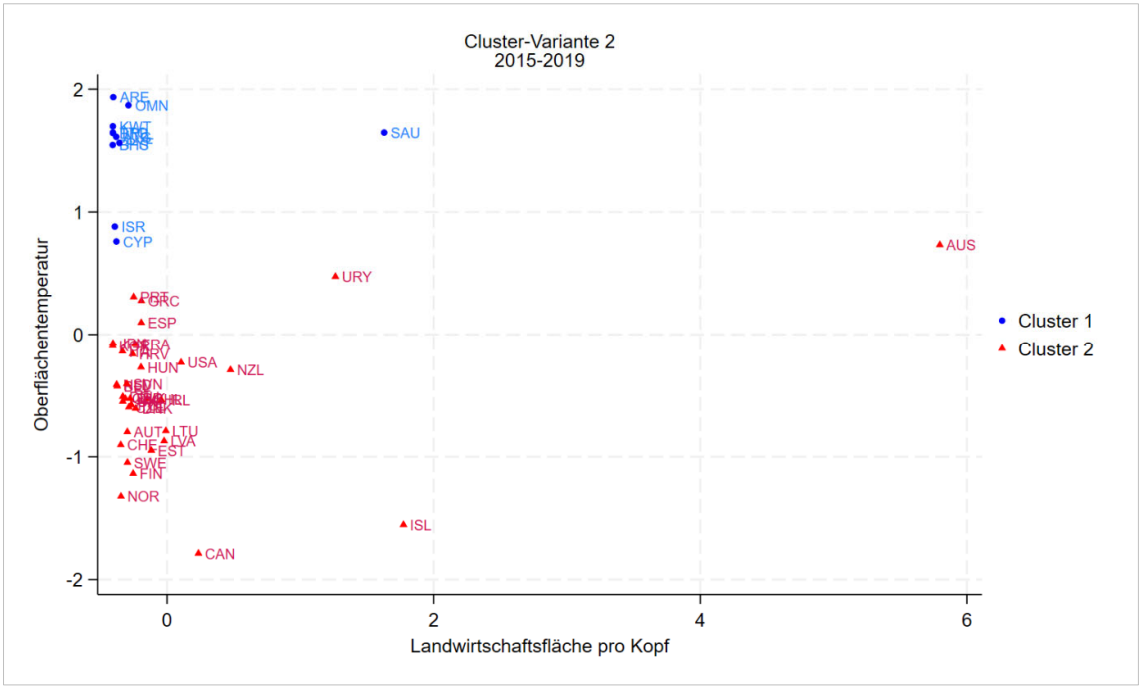


Abb. 30: Ergebnisse der Cluster-Variante 2 für die Jahre 2015–2019.

Die Cluster-Medoiden Antigua und Barbuda (ATG) sowie die Slowakei (SVK) bleiben dieselben wie im Zeitraum 2010–2014. Auch Länder mit ähnlichen natürlichen und ökonomischen Bedingungen wie die Schweiz (CHE) –

Österreich (AUT), Schweden (SWE), Estland (EST), Finnland (FIN) und Lettland (LVA) – unterscheiden sich nicht von denen der Jahre 2010–2014.

Abb. 31 zeigt die durchschnittlichen Differenzen der nicht standardisierten Werte der Variablen „Landwirtschaftsfläche pro Kopf“ und „durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur“ zwischen der Schweiz und ihren nächsten Nachbarn für die Jahre 2015–2019. Die Landwirtschaftsfläche pro Kopf der Schweiz war im Durchschnitt statistisch signifikant geringer als jene von Österreich (–0,12 ha), Schweden (–0,13 ha), Estland (–0,57 ha), Finnland (–0,23 ha) und der Lettland (–0,81 ha). Die jährliche Oberflächentemperatur der Schweiz war im Durchschnitt statistisch signifikant geringer als jene von Österreich (–0,8 °C), jedoch höher als jene von Schweden (+1,1 °C) und Finnland (+1,8 °C). Im Vergleich zu Estland und Lettland ergab sich kein statistisch signifikanter Temperaturunterschied.

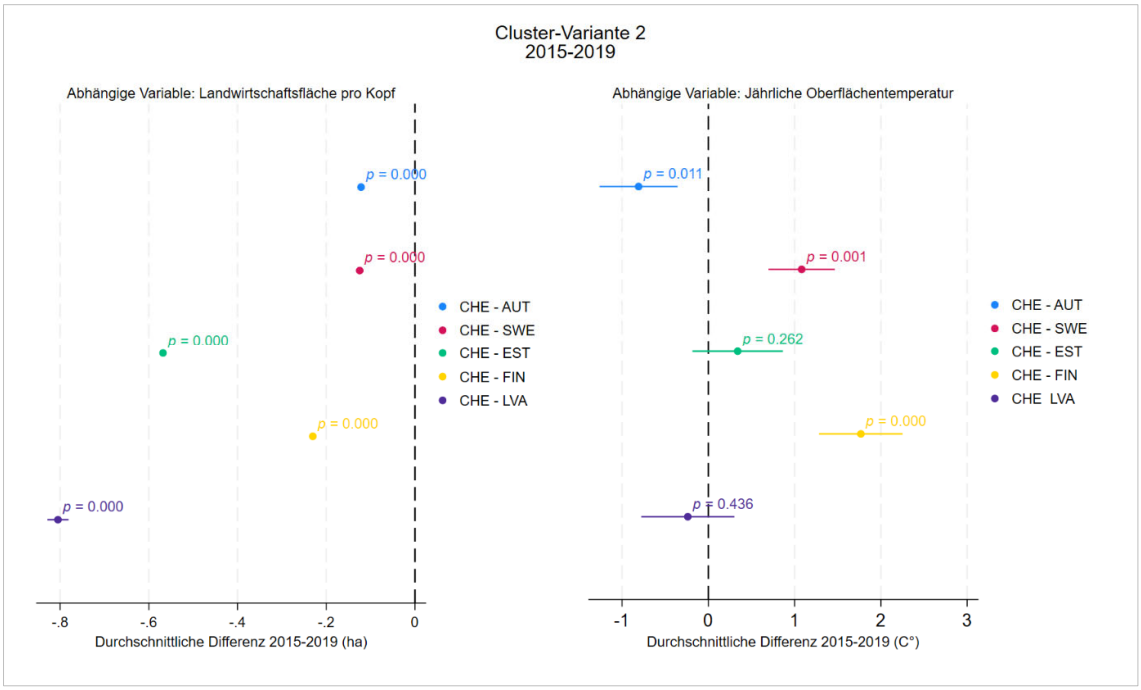


Abb. 31: Durchschnittliche Differenzen für die (nicht-standardisierten) Werte der Variablen „Landwirtschaftsfläche pro Kopf” und „Durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur” zwischen der Schweiz und Österreich (AUT), Schweden (SWE), Estland (EST), Finnland (FIN) und der Lettland (LVA) für die Jahre 2015–2019 auf Basis Cluster-Variante 2.

Beim SVG für alle Produkte sowie für pflanzliche Produkte zeigen sich für die Jahre 2015–2019 ausschliesslich statistisch signifikant negative Differenzen im Vergleich zwischen der Schweiz und ihren nächsten Nachbarländern (Abb. 32). Die grösste negative durchschnittliche Differenz ergab sich beim SVG für alle Produkte mit –98,6 Prozentpunkten im Vergleich zu Lettland und beim SVG für pflanzliche Produkte mit –119,6 Prozentpunkten im Vergleich zu Estland. Im Gegensatz dazu war der SVG für tierische Produkte im Zeitraum 2015–2019 statistisch signifikant höher als jener von Schweden (+3,8 Prozentpunkte) und Finnland (+4,6 Prozentpunkte).

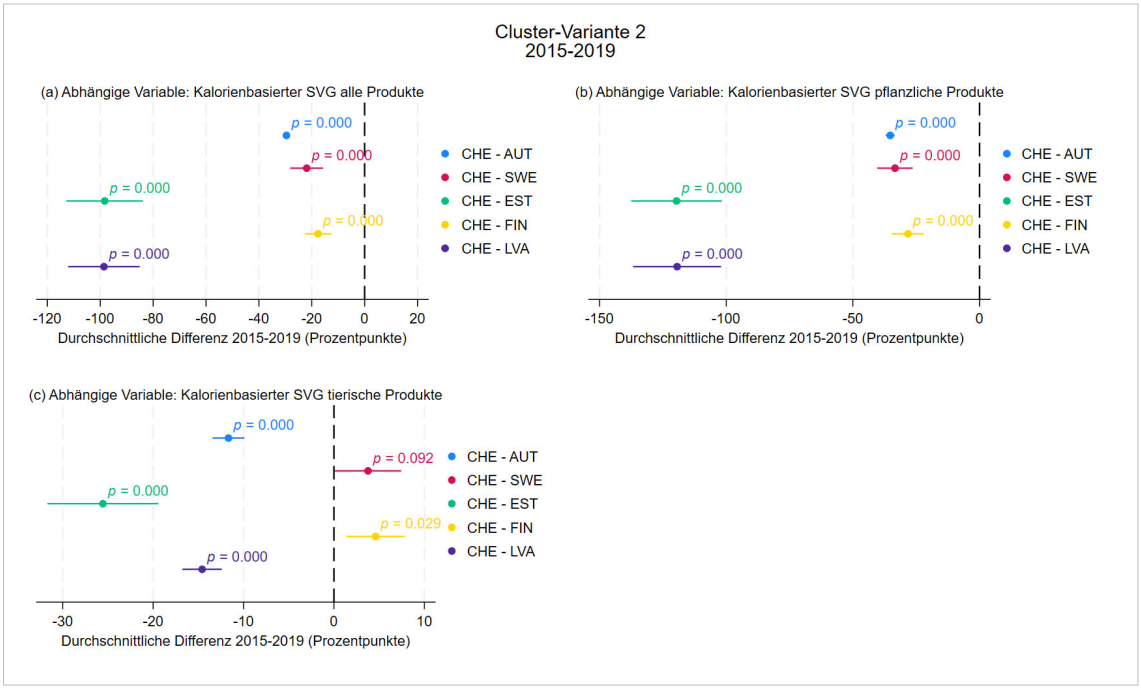


Abb. 32: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und Österreich (AUT), Schweden (SWE), Estland (EST), Finnland (FIN) und der Lettland (LVA) für den Zeitraum 2015–2019 auf Basis von Cluster-Variante 2.

3.3 Diskussion

3.3.1 Relevanz der Einflussfaktoren des Selbstversorgungsgrad

Die standardisierten Beta-Koeffizienten haben gezeigt, dass die verfügbare Ackerfläche pro Kopf der relevanteste Einflussfaktor des SVG war. Dieses Ergebnis ist nicht überraschend, da die global verfügbare Ackerfläche pro Kopf aufgrund von Bevölkerungswachstum und zunehmendem Siedlungsdruck sowie zunehmender Degradierung bzw. Übernutzung der Böden stetig sinkt (Olsson et al., 2023). Der Effekt der Ackerfläche pro Kopf auf den SVG für pflanzliche und tierische Produkte war statistisch signifikant positiv. D. h., Hocheinkommensländer mit einer höheren Ackerfläche pro Kopf wiesen einen höheren SVG für alle Produkte und pflanzliche Produkte auf. Die vorliegenden Ergebnisse decken sich mit denen von Brankov und Matkovski (2022). Demnach hatten Länder aus dem westlichen Balkan mit einer höheren Ackerfläche einen höheren SVG für Getreide. Grundsätzlich können sich sowohl die Quantität als auch die Qualität der Ackerflächen positiv auf die landwirtschaftliche Produktion auswirken, was zu einer Steigerung des SVG führen kann (Chen et al., 2022; Kovljenic et al., 2024). Ein positiver Effekt kann auch so interpretiert werden, dass Länder mit einer höheren Ackerfläche pro Kopf mehr exportieren bzw. weniger importieren (Zhou et al., 2023), wodurch sich der SVG ebenfalls erhöhen kann.

Die klimatischen Bedingungen eines Landes wie beispielsweise die durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur waren ebenfalls ein relevanter Einflussfaktor des SVG. Für das Sample der Hocheinkommensländer zeigte sich, dass Länder mit einer höheren Temperatur einen höheren SVG für alle und pflanzliche Produkte hatten. Der positive Effekt der Temperatur könnte jedoch auf die folgenden zwei Gründe zurückzuführen sein: Erstens, entsprechend des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC; 2022) profitieren höhere Breitengrade (also viele Hocheinkommensländer) kurzfristig von Temperaturanstiegen – etwa durch höhere Erträge bei Weizen, Mais oder Zuckerrüben. Zweitens, in der Gruppe der Hocheinkommensländer hat es einige bedeutende Agrarexporteur wie z. B. die USA, Spanien, Uruguay oder Australien, die tendenziell trockener sind und höhere Temperaturen haben (Dadrasi et al., 2023).

Die standardisierten Beta-Koeffizienten wiesen darauf hin, dass die Einflussfaktoren Stickstoffdüngung und PSM-Anwendung von geringerer Relevanz sind. Beide Faktoren hatten mehrheitlich einen statistisch signifikant positiven Effekt auf den SVG für alle und pflanzliche Produkte.

Diese Ergebnisse stimmen mit einer Vielzahl von Studien überein, die nachweisen, dass die moderne Landwirtschaft unter dem Einsatz neuer Technologien zu einer Steigerung und Sicherung der landwirtschaftlichen Erträge massgeblich beigetragen hat, sodass der SVG erhöht werden konnte (Pimentel, 1996; Basu und Scholten, 2012; Pingali, 2012). Exportorientierte Länder haben ihre landwirtschaftliche Produktion beispielsweise durch Umwandlung von Primärwäldern in landwirtschaftliche Nutzflächen und den verstärkten Einsatz von landwirtschaftlichen Inputs intensiviert, was zu komparativen Kostenvorteilen geführt hat (Rodríguez García et al., 2020). Steigende Exporte können wiederum dazu führen, dass sich der SVG dieser Länder verringert.

Das BIP pro Kopf, das als Proxy für die Kaufkraft (Luan und Cui, 2013) bzw. für die Wirtschaftsleistung (Koch et al., 2024) einer Volkswirtschaft betrachtet werden kann, war als Einflussfaktor von geringer Relevanz. Das BIP pro Kopf hatte einen statistisch signifikanten negativen Effekt auf den SVG für tierische Produkte. Unsere Ergebnisse stimmen mit denen von Erokhin (2017), Brankov et al. (2021), Brankov und Matkovski (2022) sowie Kovljenic et al. (2024) überein, die ebenfalls negative Korrelationen zwischen der wirtschaftlichen Grösse oder Kaufkraft und dem SVG festgestellt haben. Das negative Vorzeichen deutet einerseits darauf hin, dass vor allem „ärmere" Hocheinkommensländer einen höheren SVG für tierische Produkte hatten. Dies könnte auf eine intensivierte tierische Produktion oder eine verstärkte Exportorientierung dieser Länder hindeuten.

3.3.2 Länder mit vergleichbaren Bedingungen wie die Schweiz auf Basis Mahalanobis-Distanz-Matching

Die Identifikation von Ländern, die vergleichbare Bedingungen wie die Schweiz aufweisen, hat vor allem eines gezeigt: Durch die Anwendung von MDM waren die nächsten Nachbarn der Schweiz hinsichtlich der gewählten Matching-Variablen ähnlich, aber trotzdem bis auf wenige Ausnahmen statistisch signifikant verschieden von ihr. Ein exaktes Matching war somit nicht möglich. Das bedeutet, dass die Paare (die Schweiz und das jeweilige Vergleichsland) so nah beieinanderlagen, wie es die Daten zuliessen. Dies ist nicht problematisch, da kein Effekt einer Intervention (z. B. EU-Mitgliedschaft oder Freihandel) auf den SVG untersucht wurde. Nichtsdestotrotz muss die „Ähnlichkeit" bzw. in diesem Fall eher „Unähnlichkeit" berücksichtigt werden, wenn die Ergebnisse des MDM diskutiert werden. D. h. auch, dass systematische Differenzen bei den Matching-Variablen zwischen der Schweiz und ihrer nächsten Nachbarn nicht notwendigerweise mit systematischen Differenzen beim SVG einhergehen müssen. Die nächsten Nachbarn der Schweiz, die Niederlande, Deutschland, Italien und Belgien, gelten beispielsweise als bedeutende Exportländer von Agrarprodukten (Ahrens, 2025). Negative Differenzen zwischen der Schweiz und diesen Ländern beim SVG für tierische Produkte könnten somit auch durch deren Exportorientierung erklärt werden. Ferner lassen sich die Differenzen beim SVG durch die Intensität der landwirtschaftlichen Produktion und somit durch die Produktionssysteme erklären. Abschliessend muss betont werden, dass Differenzen auch durch unbeobachtete Effekte, wie beispielsweise die Handels- und Agrarpolitik eines Landes, erklärt werden können. Eine kausale Interpretation der Ergebnisse ist daher ausgeschlossen.

Tabelle 13 zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse des MDM und der Analyse der durchschnittlichen Differenzen für die Matching-Variablen und für den SVG für alle, pflanzliche und tierische Produkte für die Matching-Varianten 1 und 2. Das Symbol '+' steht für eine statistisch signifikante positive durchschnittliche Differenz zwischen der Schweiz und dem nächsten Nachbarn, das Symbol '–' für eine statistisch signifikante negative durchschnittliche Differenz. Das Kürzel 'n.s.' weist hingegen auf eine statistisch nicht signifikante positive oder negative durchschnittliche Differenz zwischen der Schweiz und den Vergleichsländer hin.

Tabelle 13: Zusammenfassung der Ergebnisse des MDM (Matching-Variante 1 und 2) für die Matching-Variablen und den SVG für alle, pflanzliche und tierische Produkte.

Matching-Variante 1	**Ackerfläche pro Kopf**	**Temperatur**	**BIP pro Kopf**	**Stickstoffdüngung**	**PSM-Anwendung**	**SVG alle Produkte**	**SVG pflanzliche Produkte**	**SVG tierische Produkte**
CHE – BEL	–	–	+	–	–	n.s.	n.s.	–
CHE – CHL	–	–	+	–	n.s.	–	–	–
CHE – JPN	+	–	+	+	–	+	+	+
CHE – KOR	+	–	+	–	–	+	+	+
CHE – NLD	–	–	+	–	–	+	+	–
CHE – SVN	–	–	+	+	+	n.s.	n.s.	n.s.
Matching-Variante 2	**Landwirtschafts-fläche pro Kopf**	**Temperatur**	**BIP pro Kopf**	**Stickstoffdüngung**	**PSM-Anwendung**	**SVG alle Produkte**	**SVG pflanzliche Produkte**	**SVG tierische Produkte**
CHE – BEL	+	–	+	–	–	n.s.	n.s.	–
CHE – DEU	–	–	+	–	+	–	–	–
CHE – ITA	–	–	+	+	–	–	–	+
CHE – JPN	+	–	+	+	–	+	+	+
CHE – LUX	–	–	–	–	+	–	n.s.	–
CHE – NLD	+	–	+	–	–	+	+	–
CHE – NOR	–	+	n.s.	–	+	+	+	–

Hinweis: Das Symbol '+' steht für eine statistisch signifikante positive durchschnittliche Differenz zwischen der Schweiz und dem nächsten Nachbarn, das Symbol '–' für eine statistisch signifikante negative durchschnittliche Differenz. Das Kürzel 'n.s.' weist hingegen auf eine statistisch nicht signifikante positive oder negative durchschnittliche Differenz zwischen der Schweiz und dem nächsten Nachbarn hin.

Die Ergebnisse im Hinblick auf die Acker- bzw. Landwirtschaftsfläche pro Kopf zeigen, dass die positive durchschnittliche Differenz zwischen der Schweiz und den Vergleichsländer mehrheitlich mit einer positiven durchschnittlichen Differenz beim SVG für alle Produkte einhergeht (und umgekehrt). Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen der Regressionsanalysen.

Die Temperatur kann auch die Topografie eines Landes widerspiegeln. In der Schweiz liegt die durchschnittliche Jahrestemperatur vor allem im Alpengebiet, das ca. 60 % der Gesamtfläche des Landes ausmacht, um den Gefrierpunkt bzw. deutlich darunter (MeteoSchweiz, o. J.). Dies hat zur Folge, dass die Landwirtschaft und somit die Flächenverfügbarkeit und -verteilung in der Schweiz stark durch die Topographie geprägt sind. Rund 40 % (ca. 400 000 Hektare) der landwirtschaftlichen Nutzfläche befinden sich in den Bergzonen 1 bis 4 (BLW, 2024). Bis auf Norwegen, ist die durchschnittliche Differenz bei der Variable Temperatur im Vergleich zu allen anderen nächsten Nachbarn negativ. Dieser potentielle Standortnachteil geht allerdings nicht systematisch mit einem geringeren SVG für alle Produkte und pflanzliche Produkte einher. Lediglich für tierische Produkte geht eine negative Differenz bei der Temperatur tendenziell mit einer negativen Differenz beim SVG einher.

Der prozentuale Anteil des Landwirtschaftssektors am BIP ist bei allen Ländern eher gering[15]. Dies deutet darauf hin, dass die Gruppe der Hochlohnländer der geeignete Pool zur Identifikation von Ländern ist, die der Schweiz ähnlich sind. Hierbei ist bei der Schweiz und ihren nächsten Nachbarn eine stark negative Korrelation zwischen dem prozentualen Anteil des Landwirtschaftssektors am BIP und dem BIP pro Kopf festzustellen (r = –0,615). D. h., je höher das BIP pro Kopf, desto geringer ist der prozentuale Anteil des Landwirtschaftssektors am BIP. Bis auf Luxemburg und Norwegen war das BIP pro Kopf der Schweiz zwischen 2010 und 2020 im Durchschnitt höher als das aller anderen nächsten Nachbarn. Ein systematisch höheres BIP pro Kopf der Schweiz geht jedoch nicht mit einem systematisch höheren SVG für alle und pflanzliche Produkte einher. Bei den tierischen Produkten zeichnet sich tendenziell ab, dass die nächsten Nachbarn mit einem geringeren durchschnittlichen BIP pro Kopf einen höheren SVG haben als die Schweiz. Auch hier könnte der höhere SVG zumindest teilweise mit einer intensiveren Tierhaltung und einer stärkeren Exportorientierung dieser Länder erklärt werden. Zu den bedeutenden Exporteuren von tierischen Produkten zählen Länder wie Deutschland, die Niederlande, Italien und Belgien (WITS, 2025). Dies gilt allerdings auch für Länder wie Japan und Süd-Korea, die jeweils einen geringeren SVG für tierische Produkte aufweisen als die Schweiz.

Ein Vergleich mit den nächsten Nachbarn zeigt, dass die Schweiz im Zeitraum 2010–2020 mehrheitlich im Durchschnitt eine geringere Stickstoffdüngung und PSM-Anwendung aufwies. Eine tendenziell extensivere Landwirtschaft ging jedoch nicht mit einem systematisch geringeren SVG für alle Produkte, pflanzliche Produkte und tierische Produkte einher. Die durchschnittlichen Differenzen bei der Stickstoffdüngung und der PSM-Anwendung zwischen der Schweiz und ihren nächsten Nachbarn lassen sich mit Unterschieden in der Agrarstruktur bzw. Unterschieden in den Produktionssystemen erklären. So hatten die exportorientierten Niederlande beispielsweise im Jahr 2022 eine Besatzdichte von 1,9 Grossvieheinheiten pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche bei Rindern, 0,6 bei Geflügel und 1,5 bei Schweinen (FAOSTAT, 2025). In der Schweiz lag die Besatzdichte im Jahr 2022 bei 0,9 Grossvieheinheiten pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche für Rinder, bei 0,1 für Geflügel und bei 0,2 für Schweine (FAOSTAT, 2025). Die hohe Besatzdichte in den Niederlanden führt zu einer grossen Menge an Wirtschaftsdünger mit hohem Stickstoffgehalt. Dessen intensiver Einsatz trägt wesentlich zu Stickstoffüberschüssen bei, die Umweltprobleme verursachen (Svanbäck et al., 2019; EEA, 2022). Die intensive Produktion und die Exportorientierung der Niederlande gehen ebenfalls mit einer vergleichsweise hohen PSM-Anwendung einher (van 't Hoog, 2024).

3.3.3 Vergleichsländer auf Basis der K-Medoids-Clusteranalyse

Auch die K-Medoids-Clusteranalyse verdeutlichte, dass die Gruppe der Hocheinkommensländer im Hinblick auf die verwendeten Cluster-Variablen „Ackerfläche pro Kopf" und „Oberflächentemperatur" (Cluster-Variante 1) sowie „Landwirtschaftsfläche pro Kopf" und „Oberflächentemperatur" (Cluster-Variante 2) nicht nur zwischen, sondern teilweise auch innerhalb der Cluster heterogen war. Trotzdem konnten für beide Cluster-Varianten und für beide Zeiträume (2010–2014 und 2015–2019) stabile Clusterlösungen generieret werden.

[15] Prozentualer Anteil des Landwirtschaftssektors am BIP (Stand: 2023/2024): Schweiz 0,6 %, Belgien 0,8 %, Chile 3,9 %, Deutschland 0,8 %, Italien 2,0 %, Japan 0,9 %, Süd-Korea 1,6 %, Luxemburg 0,2 %, Niederlande 1,7 %, Norwegen 2,0 % (Weltbank, 2025b).

Die Tabellen 14 und 15 geben eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Cluster-Varianten 1 und 2 für die beiden Zeiträume 2010–2014 und 2015–2019. Das Symbol '+' steht für eine statistisch signifikante positive durchschnittliche Differenz zwischen der Schweiz und dem nächstgelegenen Nachbarn, das Symbol '–' für eine statistisch signifikante negative durchschnittliche Differenz. Das Kürzel 'n.s.' weist hingegen auf eine statistisch nicht signifikante positive oder negative durchschnittliche Differenz zwischen der Schweiz und dem nächsten Nachbarn hin.

Eine kleinere Ackerfläche pro Kopf bzw. Landwirtschaftsfläche pro Kopf der Schweiz geht – mit wenigen Ausnahmen – mit einem niedrigeren SVG einher. Diese Ergebnisse stimmen mit den Resultaten der Regressionsanalyse und des MDM sowie mit den Studien von Chen et al. (2022) und Kovljenic et al. (2024) überein, wonach sowohl die Quantität als auch die Qualität der landwirtschaftlichen Flächen einen positiven Einfluss auf den SVG haben. Der potentielle Standortnachteil einer geringeren Oberflächentemperatur ging bei der Cluster-Variante 1 ebenfalls mehrheitlich mit einem niedrigeren SVG der Schweiz einher. Bei Cluster-Variante 2 waren die Temperaturunterschiede zwischen der Schweiz und ihren nächsten Nachbarn mehrheitlich statistisch nicht signifikant oder positiv. Dies deutet darauf hin, dass die überwiegend negativen Differenzen im SVG primär auf die durchweg kleinere Landwirtschaftsfläche pro Kopf in der Schweiz zurückzuführen sind.

Tabelle 14: Zusammenfassung der Ergebnisse der Cluster-Variante 1 für die beiden Zeiträume 2010–2014 und 2015–2019.

Cluster-Variante 1 2010–2014	**Ackerfläche pro Kopf**	**Temperatur**	**SVG alle Produkte**	**SVG pflanzliche Produkte**	**SVG tierische Produkte**
CHE – AUT	–	n.s.	–	–	–
CHE – CHL	–	–	–	–	–
CHE – LUX	–	–	n.s.	n.s.	–
CHE – GBR	–	–	–	–	+
CHE – IRL	–	–	–	+	–
Cluster-Variante 1 2015–2019	**Ackerfläche pro Kopf**	**Temperatur**	**SVG alle Produkte**	**SVG pflanzliche Produkte**	**SVG tierische Produkte**
CHE – AUT	–	–	–	–	–
CHE – CHL	–	–	–	–	–
CHE – LUX	–	–	–	n.s.	–
CHE – GBR	–	–	–	–	+
CHE – IRL	–	–	–	–	–

Hinweis: Das Symbol '+' steht für eine statistisch signifikante positive durchschnittliche Differenz zwischen der Schweiz und dem nächstgelegenen Nachbarn, das Symbol '–' für eine statistisch signifikante negative durchschnittliche Differenz. Das Kürzel 'n.s.' weist hingegen auf eine statistisch nicht signifikante positive oder negative durchschnittliche Differenz zwischen der Schweiz und dem nächsten Nachbarn hin.

Tabelle 15: Zusammenfassung der Ergebnisse der Cluster-Variante 2 für die beiden Zeiträume 2010–2014 und 2015–2019.

Cluster-Variante 2 2010–2014	**Landwirtschaftsfläche pro Kopf**	**Temperatur**	**SVG alle Produkte**	**SVG pflanzliche Produkte**	**SVG tierische Produkte**
CHE – AUT	–	n.s.	–	–	–
CHE – SWE	–	n.s.	–	–	n.s.
CHE – EST	–	n.s.	–	–	–
CHE – FIN	–	+	–	–	n.s.
CHE – LVA	–	n.s.	–	–	–
Cluster-Variante 2 2015–2019	**Landwirtschaftsfläche pro Kopf**	**Temperatur**	**SVG alle Produkte**	**SVG pflanzliche Produkte**	**SVG tierische Produkte**
CHE – AUT	–	–	–	–	–
CHE – SWE	–	+	–	–	+
CHE – EST	–	n.s.	–	–	–
CHE – FIN	–	+	–	–	+
CHE – LVA	–	n.s.	–	–	–

Hinweis: Das Symbol '+' steht für eine statistisch signifikante positive durchschnittliche Differenz zwischen der Schweiz und dem nächstgelegenen Nachbarn, das Symbol '–' für eine statistisch signifikante negative durchschnittliche Differenz. Das Kürzel 'n.s.' weist hingegen auf eine statistisch nicht signifikante positive oder negative durchschnittliche Differenz zwischen der Schweiz und dem nächsten Nachbarn hin.

4 Schlussfolgerungen

Die systematische Literaturanalyse hat ergeben, dass die Selbstversorgung mit Nahrungsmitteln vor allem für Entwicklungsländer ein relevantes Thema war, das durch die COVID-19-Pandemie und den Krieg in der Ukraine an Bedeutung gewonnen hat. Der Selbstversorgungsgrad (SVG) eines Landes kann durch eine Vielzahl von Faktoren positiv oder negativ beeinflusst werden. Dabei wurden der Klimawandel, die Landwirtschaftsfläche, Dünger und Wasser, die Bevölkerung bzw. das Bevölkerungswachstum, die ökonomische Grösse eines Landes sowie die Veränderung der Ernährungsgewohnheiten als besonders relevante Einflussfaktoren identifiziert. Eine Intensivierung der Landwirtschaft kann durch eine gesteigerte Produktion zwar kurz- bis mittelfristig positive Effekte auf den SVG haben, ist jedoch langfristig mit Umweltproblemen verbunden. Dies begründet die Notwendigkeit einer nachhaltigen Landwirtschaft, die natürliche Ressourcen schont und gleichzeitig die Ernährungssicherheit gewährleistet. Die Umstellung der Ernährungsgewohnheiten hin zu einer verstärkt pflanzenbasierten Ernährung reduziert bzw. vermeidet Umwandlungsverluste, die bei der Umwandlung von pflanzlichen in tierische Proteine und Nährstoffe entstehen. Dies hätte positive Effekte auf die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln und den SVG.

Für die empirischen Analysen wurde eine Auswahl der relevanten Einflussfaktoren verwendet, die zudem eine gute zeitliche und geografische Abdeckung aufwiesen. Die Regressionsanalysen haben gezeigt, dass die Ackerfläche pro Kopf und die durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur eines Landes relevante und positive Einflussfaktoren des kalorienbasierten SVG für alle Produkte und pflanzliche Produkte waren. Interessant hierbei war zudem, dass die Ackerfläche pro Kopf im Vergleich zur Produktionsintensität, die durch Stickstoffdüngung und Pflanzenschutzmittel-Anwendung berücksichtigt wurde, von höherer Bedeutung war. Die Identifikation von Ländern, die der Schweiz ähnlich sind, ergab, dass die nächsten Nachbarn wie z. B. Japan, Süd-Korea, die Niederlande, Österreich oder Belgien bis auf wenige Ausnahmen signifikant von der Schweiz verschieden waren. Trotzdem konnte gezeigt werden, dass sowohl die Acker- als auch die Landwirtschaftsfläche pro Kopf tendenziell mit einem höheren SVG für alle Produkte in Verbindung gebracht werden konnten.

Die Eignung des SVG als Mass für die Versorgungs- bzw. Ernährungssicherheit eines Landes ist daher kritisch zu hinterfragen. Gleiches gilt für eine Ausrichtung der Politik auf vollständige Autarkie und Selbstversorgung. Denn wenn es im eigenen Land zu Ernteausfällen kommt, können schlecht entwickelte Handelsnetzwerke dazu führen, dass sich die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln durch Importe als schwierig erweist. Der Ausbau und Erhalt eines Netzwerks bilateraler Handelsbeziehungen, wie ihn die Schweiz betreibt, ist deshalb als sinnvolle Strategie zu erachten. Nichtsdestotrotz ist es wichtig, die nachhaltige Produktion von Nahrungsmitteln im eigenen Land zu erhalten und zu fördern. Denn nur so sind die Strukturen vorhanden, um die Bevölkerung im Fall einer temporären Mangellage, die durch unterbrochene Lieferketten entstehen kann, zumindest kurzfristig zu versorgen. Dementsprechend kann und sollte Selbstversorgung speziell für die Schweiz nicht als „Entweder-oder“-Ansatz betrachtet werden.

5 Datenquellen

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2024. FAOSTAT Food Balances (2010-). https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2025a. FAOSTAT Land Use. https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2025b. FAOSTAT Fertilizers by Nutrient. https://www.fao.org/faostat/en/#data/RFN.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2025c. FAOSTAT Pesticides Use. https://www.fao.org/faostat/en/#data/RP.

Global Data Lab, 2025. Yearly Average Surface Temperature (°C). https://globaldatalab.org/geos/table/surfacetempyear/.

Weltbank, 2025a. Arable land (hectares per person). https://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.ARBL.HA.PC.

Weltbank, 2025b. GDP per capita (current US$). https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD.

6 Literaturverzeichnis

Ahmad, N., Khan, A., 2021. Food self-sufficiency and food security: A holistic approach. Journal of Business and Economic Options 4 (2), 35–40.

Ahrens, S., 2025. Führende Exportländer für Agrarprodukte weltweit nach Exportwert im Jahr 2023 (in Mrd. US-Dollar). https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1188866/umfrage/fuehrende-exportlaender-fuer-agrarprodukte-weltweit-nach-exportwert/.

Ammann, J., Liechti, C., Mack, G., Saleh, R., 2025. A food waste information-framing can help promote purchase of suboptimal potatoes. Food Quality and Preference 123, 105338. https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2024.105338.

Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R., 2005. Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung (11. Aufl.). Wiesbaden: Springer Gabler

Barbieri, N., Palma, A., 2017. Mapping energy-efficient technological advances in home appliances. Energy Efficiency 10, 693–716. https://doi.org/10.1007/s12053-016-9470-7.

Basu, P., Scholten, B.A., 2012. Technological and social dimensions of the Green Revolution: Connecting pasts and futures. International Journal of Agricultural Sustainability 10 (2), 109–116. https://doi.org/10.1080/14735903.2012.674674.

Bellabry, J., Tirado, R., Leip, A., Weiss, F., Lesschen, J.P., Smith, P., 2012. Global Change Biology 19 (1), 3–18. https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02786.x.

Berrang-Ford, L., Siders, A.R., Lesnikowski, A., Paige Fischer, A., Callaghan, M.W., Haddaway, N.R., Mach, K.J., Araos, M., Shah, M.A.R., Wannewitz, M., Doshi, D., Leiter, T., Matavel, C., Musah-Surugu, J.I., Wong-Parodi, G., Antwi-Agyei, P., Ajibade, I., Chauhan, N., Kakemaster, W. … Abu, T.Z., 2021. A systematic global stocktake of evidence on human adaptation to climate change. Nature Climate Change 11, 989–1000. https://doi.org/10.1038/s41558-021-01170-y.

BLW (Bundesamt für Landwirtschaft), 2024. Agrarbericht 2024 – Biodiversitätsbeiträge. https://www.agrarbericht.ch/de/politik/direktzahlungen/biodiversitaetsbeitraege.

BLW (Bundesamt für Landwirtschaft), 2025. Agrarbericht 2025 – Selbstversorgungsgrad. https://www.agrarbericht.ch/de/markt/marktentwicklungen/selbstversorungsgrad.Bolwig, S., Tanner, A. N., Riemann, P., Redlingshöfer, B., Zhang, Y., 2021. Reducing consumer food waste using green and digital technologies. UNEP DTU Partnership. https://rucforsk.ruc.dk/ws/portalfiles/portal/81006127/Reducing_Consumer_Food_Waste_Using_Green_and_Digital_Technologies_web.pdf.

Boulet, M., Stott, A., Kneebone, S., 2023. Which behaviours matter? Prioritising food waste reduction behaviours for targeted policy and program approaches. Journal of Environmental Management 345, 118668. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.11866.

Brankov T., Matkovski B., 2022. Is a Food Shortage Coming to the Western Balkans?. Foods 11(22), 3672. https://doi.org/10.3390/foods11223672.

Brankov, T., Matkovski, B., Jeremic, M., Duric, I., 2021. Food Self-Sufficiency of the SEE Countries; Is the Region Prepared for a Future Crisis?. Sustainability 13(16), 8747. https://doi.org/10.3390/su13168747.

Bryant, C.J., Prosser, A.M.B., Barnett, J., 2022. Going veggie: Identifying and overcoming the social and psychological barriers to veganism. Appetite 169, 105812. https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105812.

Busetti, S., 2019. A theory-based evaluation of food waste policy: Evidence from Italy. Food Policy 88, 101749. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2019.101749.

Charrad, M., Ghazzali, N., Boiteau, V., Niknafs, A., 2015. Package 'NbClust'. https://cran.r-project.org/web/packages/NbClust/NbClust.pdf.

Clapp, J., 2015. Food self-sufficiency and international trade: a false dichotomy?. Technical note prepared for The State of Agricultural Commodity Markets 2015–16. https://openknowledge.fao.org/bitstreams/ea722624-2814-4cc5-ba44-90a79a2c2de5/download.

Clapp, J., 2017. Food self-sufficiency: Making sense of it, and when it makes sense. Food Policy, 66, 88–96. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.12.001.

Clune, S., Crossin, E., Verghese, K., 2017. Systematic review of greenhouse gas emissions for different fresh food categories. Journal of Cleaner Production 140 (2), 766–783. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.082.

Corsair, J., 2024. Food security or self-sufficiency?. https://ahdb.org.uk/trade-and-policy/food-security-or-self-sufficiency#:~:text=%E2%80%9Cthe%20ability%20of%20a%20region,part%20of%20the%20overall%20picture.

Creswell, J.W., 2002. Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative And Qualitative Research. Pearson Education, Upper Saddle River, NJ.

Dadrasi, A., Chaichi, M., Nehbandani, A., Soltani, E., Nemati, A., Salmani, F., Heydari, M., Yousefi, A.R., 2023. Global insight into understanding wheat yield and production through Agro-Ecological Zoning. Scientific Reports 13, 15898. https://doi.org/10.1038/s41598-023-43191-x.

Das Schweizer Parlament, 2022. Selbstversorgung. Dringende Neuausrichtung der landwirtschaftlichen Kulturen (Interpellation 22.3127). https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20223127.

Dubash, N.K., Pillai, A.V., Flachsland, C., Harrison, K., Hochstetler, K., Lockwood, M., MacNeil, R., Mildenberger, M., Paterson, M., Teng, F., Tyler, F., 2021. National climate institutions complement targets and policies. Science 374 (6568), 690–693. https://doi.org/10.1126/science.abm1157.

EEA (European Environment Agency), 2022. Spatial variation in N surplus (left) and P surplus (right) for the year 2010 in the EU-27. https://www.eea.europa.eu/en/analysis/maps-and-charts/spatial-variation-in-n-surplus.

El Benni, N., Finger, R., Mann, S., 2012. Effects of agricultural policy reforms and farm characteristics on income risk in Swiss agriculture. Agricultural Finance Review 72 (3), 301–324. https://doi.org/10.1108/00021461211277204.

Erokhin V., 2017. Factors influencing food markets in developing countries: An approach to assess sustainability of the food supply in Russia. Sustainability 9(8), 1313; https://doi.org/10.3390/su9081313.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2001. Food balance sheets – A handbook. https://www.fao.org/4/x9892e/x9892e00.pdf.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2006. Food Security. Policy Brief June 2006, Issue 2. https://www.fao.org/fileadmin/templates/faoitaly/documents/pdf/pdf_Food_Security_Cocept_Note.pdf.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2012. FAO Statistical Yearbook 2012 – World Food and Agriculture. https://www.fao.org/4/i2490e/i2490e00.htm.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2020. Ecosystem-based adaptation in the agriculture sector – A nature-based solution (NbS) for building the resilience of the food and agriculture sector to climate change. https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/c98872f8-0d2c-47aa-b916-ea8c3743df00/content.

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database), 2025. Livestock Patterns. https://www.fao.org/faostat/en/#data/EK.

Ferjani, A., Mann, S., Zimmermann, A., 2018. An evaluation of Swiss agriculture's contribution to food security with decision support system for food security strategy. British Food Journal, 120(9), 2116–2128. https://doi.org/10.1108/BFJ-12-2017-0709.

Getahun, S., Kefale, H., Gelaye, Y., 2024. Application of precision agriculture technologies for sustainable crop production and environmental sustainability: A systematic review. The Scientific World Journal 2024, 2126734. https://doi.org/10.1155/2024/2126734.

Godber, O.F., Wall, R., 2014. Livestock and food security: Vulnerability to population growth and climate change. Global Change Biology 20 (10), 3092–3102. https://doi.org/10.1111/gcb.12589.

Horlings, L.G., Marsden, T.K., 2011. Towards the real green revolution? Exploring the conceptual dimensions of a new ecological modernisation of agriculture that could 'feed the world'. Global Environmental Change 21, 441–452. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.004.

Huber, R., 2021. Ernährungssicherheit: Wie die «Anbauschlacht» die Ausbildung für Agronom*innen mitprägte. https://agri150.ethz.ch/s/wissenschaft-und-praxis-fur-ernahrungssicherheit/.

Imbens, G., Rubin, D.B., 2015. Causal Inference for Statistics, Social, and Biomedical Sciences – An Introduction. Cambridge University Press.

IPPC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2022. Climate Change and Land. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/4/2022/11/SRCCL_Full_Report.pdf.

Irz, X., Jensen, J.D., Leroy, P., Réquillart, V., Soler, L.G., 2019. Promoting climate-friendly diets: What should we tell consumers in Denmark, Finland and France? Environmental Science & Policy 99, 169–177. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.05.006.

Jones, R., Llewellyn, J., 2019. Maintaining stable macroeconomic conditions. National Institute Economic Review 250, 7–14. https://www.rhysmichaelbidder-economist.com/_files/ugd/6143e8_b5b31a20dbae44ab9d08459385580eb5.pdf#page=8.

Karki, T.B., Sah, S.K., Thapa, R.B., McDonald, A.J., Davis, A.S., 2015. Identifying pathways for improving household food self-sufficiency outcomes in the hills of Nepal. PLoS ONE 10 (6), e0127513. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127513.

Kaufmann, L., Mayer, A., Matej, S., Kalt, G., Lauk, C., Theurl, M.C., Erb, K.H., 2022. Regional self-sufficiency: A multi-dimensional analysis relating agricultural production and con-sumption in the European Union. Sustainable Production and Consumption, 34, 12–25. https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.08.014.

Kaufmann, L., Rousseeuw, P.J., 1990. Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Keller, B., Oppliger, C., Chassot, M., Ammann, J., Hund, A., Walter, A., 2024. Swiss agriculture can become more sustainable and self-sufficient by shifting from forage to grain legume production. Communication Earth and Environment, 5(40). https://doi.org/10.1038/s43247-023-01139-z.

Koch, P., Stojkovski, V., Hidalgo, C.A., 2024. Augmenting the availability of historical GDP per capita estimates through machine learning. Proceedings of the National Academy of Sciences 121(39), e2402060121. https://doi.org/10.1073/pnas.240206012.

Kovljenic, M., Matkovski, B., Đokić, D., 2024. Competitiveness and Cereal Self-Sufficiency in Western Balkan Countries. Agriculture 14(9), 1480; https://doi.org/10.3390/agriculture14091480.

Li, B., Chen, C., Hu, B., 2016. Governing urbanization and the new urbanization plan in China. Environment & Urbanization 28 (2), 515–534. https://doi.org/10.1177/0956247816647345.

Lombardozzi, L., Djanibekov, N., 2020. Can self-sufficiency policy improve food security? An inter-temporal assessment of the wheat value-chain in Uzbekistan. Eurasian Geography and Economics 62 (1), 1–20. https://doi.org/10.1080/15387216.2020.1744462.

MacLaren, C., Mead, A., van Balen, D., Claessens, L., Etana, A., de Haan, J., Haagsma, W., Jäck, O., Keller, T., Labuschagne, J., Myrbeck, A., Necpalova, M., Nziguheba, G., Six, J., Strauss, J., Swanepoel, P.A., Thierfelder, C., Topp, C., Tshuma, F., Verstegen, H., Walker, R., Watson, C., Wesselink, M., Storkey, J. Long-term evidence for ecological intensification as a pathway to sustainable agriculture. Nature Sustainability 5, 770–779. https://doi.org/10.1038/s41893-022-00911-x.

MeteSchweiz, o.J. Klima der Schweiz. https://www.meteoschweiz.admin.ch/klima/klima-der-schweiz.html.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., 2009. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6 (7), e1000097. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097.

Morgan, S.L., Harding, D.J., 2006. Matching Estimators of Causal Effects: Prospects and Pitfalls in Theory and Practice. Sociological Methods & Research 35(1), 3–60. https://doi.org/10.1177/0049124106289164.

Müller, A., Augustiny, E., Amacker, E., Walter, A., Keller, B. & Bosshard, A. (2025). Wege zu einer markanten Erhöhung des Selbstversorgungsgrades bei weniger Umweltbelastung. Agrarforschung Schweiz, 16, 212–224. https://doi.org/10.34776/afs16-212.

O'Connor, J., Hoang, S.A., Bradney, L., Dutta, S., Xiong, X., Tsang, D.C.W., Ramadass, K., Vinu, A., Kirkham, M.B., Bolan, N.S., 2021. A review on the valorisation of food waste as a nutrient source and soil amendment. Environmental Pollution 272, 115985. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115985.

Olsson, L., Cotrufo, F., Crews, T., Franklin, J., King, A., Mirzabaev, A., Scown, M., Tengberg, A., Villarino, S., Wang, Y., 2023. The State of the World's Arable Land. Annual Review of Environment and Resources 48, 451–475. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112320-113741.

Park, H.-S., Jun, C.-H., 2009. A simple and fast algorithm for K-medoids clustering. Expert Systems with Applications 36 (2) Part 2, 3336–3341. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.01.039.

Pimentel, D., 1996. Green revolution agriculture and chemical hazards. The Science of the Total Environment 188 Supplement, S86–S98. https://doi.org/10.1016/0048-9697(96)05280-1.

Pimentel, D., Pimentel, M., 2003. Sustainability of meat-based and plant-based diets and the environment. The American Journal of Clinical Nutrition 78 (3), 660S–663S. https://doi.org/10.1093/ajcn/78.3.660S.

Pingali, P.L., 2012. Green revolution: Impacts, limits, and the path ahead. Proceedings of the National Academy of Sciences 109 (31), 12302–12308. https://doi.org/10.1073/pnas.091295310.

Pisani, E., 2006. Some socio-economic consequences of the green revolution. MPRA Paper No. 24977. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/24977/1/MPRA_paper_24977.pdf.

Rodríguez García, V., Gaspart, F., Kastner, T., Meyfroidt, P., 2020. Agricultural intensification and land use change: assessing country-level induced intensification, land sparing and rebound effect. Environmental Research Letters 15(8), 085007. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab8b14.

Rubin, D.B., Thomas, N., 1992. Affinely invariant matching methods with ellipsoidal distributions. The Annals of Statistics 20(2), 1079–1093. https://doi.org/0.1214/aos/1176348671.

Saatz, J.M., 1991. Conceptual issues in analyzing the economics of agricultural and food self-sufficiency, in: Ruppel, F.J., Kellogg, E.D. (Eds.), National and Regional Self-Sufficiency Goals: Implications for International Agriculture. Lynne Rienner Publishers, Boulder and London.

Soriano, B., Garrido, A., 2016. How important is economic growth for reducing undernourishment in developing countries? Food Policy 63, 87–101. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2016.07.004.

Specht, K., Weith, T., Swoboda, K., Siebert, R., 2016. Socially acceptable urban agriculture businesses. Agronomy for Sustainable Development 36, 17 (2016. https://doi.org/10.1007/s13593-016-0355-0.

Squire, G.R., Hawes, C., Valentine, T.A., Young, M.W., 2015. Degradation rate of soil function varies with trajectory of agricultural intensification. Agriculture, Ecosystems & Environment 202, 160–167. https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.12.004.

Stacy, S., 2021. Can a complicated "consensus" survive a dose of populist poison? Exploring the potential impact of Brexit and Trumpism on the developed country approach to trade law and policy. Law and Development Review 14 (2), 689–722. https://doi.org/10.1515/ldr-2021-0048.

Svanbäck, A., McCrackin, M.L., Swaney, D.P., Linefur, H., Gustafsson, B.G., Howarth, R.W., Humborg, C., 2019. Reducing agricultural nutrient surpluses in a large catchment – Links to livestock density. Reducing agricultural

nutrient surpluses in a large catchment – Links to livestock density, 648, 1549–1559. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.194.

Tanner, A., 2021. Anbauschlacht. In: Historisches Lexikon der Schweiz. https://hls-dhs-dss.ch/de/articles/013783/2021-01-07/.

UN (United Nations), 2024. World economic situation and prospects 2024. https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/WESP_2024_Web.pdf.

van 't Hoog, A., 2024. Cut pesticide use, but how?. https://www.wur.nl/en/show-longread/cut-pesticide-use-but-how.htm#:~:text=It%20is%20clear%20from%20the,by%20infections%20with%20plant%20viruses.

Verein sauberes Trinkwasser für alle, o.J. Initiativtext «Für eine sicher Ernährung». https://drive.google.com/file/d/1Zv7whlEy0UOCpu1_Fgv9cs8Jipe6Nle0/view.

Von Ow, A., Djanibekov, U. & Nemecek, T. (2026). Zukunftsbild eines nachhaltigen Schweizer

Ernährungssystems: Wirkungsanalyse von Zielvorgaben. Agroscope Science, Nr. 229.

https://doi.org/10.34776/as229g.

Wakefield, A., Axon, S., 2020. "I'm a bit of a waster": Identifying the enablers of, and barriers to, sustainable food waste practices. Journal of Cleaner Production 275, 122803. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122803.

Weltbank, 2025a. World Bank Country and Lending Groups. https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups.

Weltbank, 2025b. Agriculture, forestry, and fishing, value added (% of GDP). https://data.worldbank.org/indicator/NV.AGR.TOTL.ZS.

Willersinn, C., Mouron, P., Mack, G., Siegrist, M., 2017. Food loss reduction from an environmental, socio-economic and consumer perspective – The case of the Swiss potato market. Waste Management 59, 451–464. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.10.007.

WITS (World Integrated Trade Solution), 2025. Animal Exports by country in US$ Thousand 2022. https://wits.worldbank.org/CountryProfile/en/Country/WLD/Year/LTST/TradeFlow/Export/Partner/by-country/Product/01-05_Animal.

Wooldridge, J.M., 2012. Introductory Econometrics: A Modern Approach (5. Aufl.), South-Western Cengage Learning.

Yildirim, C., Önen, H.G., 2024. Vulnerabilities of the neoliberal global food system: The Russia-Ukraine War and COVID-19. Journal of Agrarian Change 24(4), e12601. https://doi.org/10.1111/joac.12601.

Zhou, H., Fan, J., Yang, X., Duan, K., 2023. Food Export Stability, Political Ties, and Land Resources. Land 12(10), 1824. https://doi.org/10.3390/land12101824.

Zimmermann A., Nemecek T., Waldvogel T., 2017. Umwelt- und ressourcenschonende Ernährung: Detaillierte Analyse für die Schweiz. Agroscope Science Nr. 55.

7 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Kalorienbasierter Brutto-SVG für alle Produkte (blau), pflanzliche Produkte (rot) und tierische Produkte (rot) für den Zeitraum 2010–2020 (Eigene Berechnungen auf Basis FAO Nahrungsmittelbilanz). 12

Abb. 2: Suchprozess zur Auswahl relevanter Studien basierend auf den PRIMSA-Richtlinien. 15

Abb. 3: Bubble-Matrizen, die die Beziehung zwischen a) geografischer Einheit und Produkt, b) Messung SVG und Produkt, c) methodischem Ansatz und Produkt, d) methodischem Ansatz und geografischer Einheit und e) methodischem Ansatz und Messung SVG darstellen. Die Grösse der Bubbles entspricht der absoluten Häufigkeit der Studien. Die Gesamtzahl der Studien beträgt immer N = 92. .183

Abb. 4: Die absolute Häufigkeit der ausgewählten Studien pro Jahr für den Zeitraum von 1982–2024. 21

Abb. 5: Das Framework mit Kategorien, den Einflussfaktoren des SVG und der Effektrichtung jedes Faktors. „+“ bezeichnet einen positiven Effekt auf den SVG, „−“ bezeichnet einen negativen Effekt auf den SVG, „+ / −“ bezeichnet einen gemischten Effekt auf den SVG. 22

Abb. 6: Vergleich der Berechnung des kalorienbasierten SVG für alle Produkte sowie für pflanzliche und tierische Produkte gemäss FAO und Agristat. 31

Abb. 7: Standardisierte Beta-Koeffizienten für die Regressionsanalyse-Variante 1 für die Modelle mit den abhängigen Variablen kalorienbasierter (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte. 38

Abb. 8: Standardisierte Beta-Koeffizienten für die Regressionsanalyse-Variante 2 für die Modelle mit den abhängigen Variablen kalorienbasierter (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte. 39

Abb. 9: Entwicklung des (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte der Schweiz (CHE) im Vergleich zu ihren direkten Nachbarländern Österreich (AUT), Frankreich (FRA), Deutschland (DEU) und Italien (ITA) für die Jahre 2010–2020. 40

Abb. 10: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für den (a) SVG für Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte der Schweiz und ihren direkten Nachbarländern. 40

Abb. 11: Entwicklung des (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte der Schweiz (CHE) im Vergleich zu den Beneluxstaaten Belgien (BEL), Luxemburg (LUX) und den Niederlanden (NLD) für die Jahre 2010–2020. 41

Abb. 12: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90%-Konfidenzintervall für den (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz und den Beneluxstaaten. 41

Abb. 13: Entwicklung des (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte der Schweiz (CHE) im Vergleich zu den Ländern der iberischen Union Spanien (ESP) und Portugal (PRT) für den Zeitraum 2010–2020. 42

Abb. 14: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für den (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz und den Ländern der iberischen Union. 43

Abb. 15: Entwicklung des (a) SVG für Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte der Schweiz (CHE) im Vergleich zu den osteuropäischen Ländern Slowenien (SVN), Kroatien (HRV), Ungarn (HUN), Tschechei (CZE), Slowakei (SVK) und Polen (POL) für den Zeitraum 2010–2020. 44

Abb. 16: Durchschnittlichen Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für den (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz und den osteuropäischen Ländern. 44

Abb. 17: Durchschnittliche Differenzen der Mittelwerte der Matching-Variablen auf dem 90 %-Konfidenzintervall zwischen der Schweiz und Ländern, mit ähnlichen natürlichen und ökonomischen Bedingungen (Matching-Variante 1). 46

Abb. 18: Durchschnittliche Differenzen der Mittelwerte der Matching-Variablen auf dem 90 %-Konfidenzintervall zwischen der Schweiz und den Vergleichsländern, die ähnliche natürliche und ökonomische Bedingungen aufweisen (Matching-Variante 2).....48

Abb. 19: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für den (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und Vergleichsländern, die ähnliche natürliche und ökonomische Bedingungen aufweisen. Belgien (BEL), Chile (CHL), Japan (JPN), Süd-Korea (KOR), Niederlande (NLD) und Slowenien (SVN) auf Basis von Matching-Variante 1.....50

Abb. 20: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und Vergleichsländern, die ähnliche natürliche und ökonomische Bedingungen aufweisen, Belgien (BEL), Deutschland (DEU), Italien (ITA), Japan (JPN), Luxemburg (LUX), den Niederlanden (NLD) und Norwegen (NOR) auf Basis von Matching-Variante 2.....52

Abb. 21: Ergebnisse der Cluster-Variante 1 für die Jahre 2010–2014. 53

Abb. 22: Durchschnittliche Differenzen für die (nicht-standardisierten) Werte der Variablen „Ackerfläche pro Kopf" und „Durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur" zwischen der Schweiz und ihren nächsten Nachbarn Österreich (AUT), Chile (CHL), Luxemburg (LUX), Gross-Britannien (GBR), und Irland (IRL) für die Jahre 2010–2014 auf Basis Cluster-Variante 1. 54

Abb. 23: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und den Vergleichsländern Österreich (AUT), Chile (CHL), Luxemburg (LUX), Gross-Britannien (GBR), und Irland (IRL) für den Zeitraum 2010–2014 auf Basis von Cluster-Variante 1. 55

Abb. 24: Ergebnisse der Cluster-Variante 1 für die Jahre 2015–2019. 55

Abb. 25: Durchschnittliche Differenzen für die (nicht-standardisierten) Werte der Variablen „Ackerfläche pro Kopf" und „Durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur" zwischen der Schweiz und den Vergleichsländern Österreich (AUT), Chile (CHL), Luxemburg (LUX), Gross-Britannien (GBR), und Irland (IRL) für die Jahre 2015–2019 auf Basis Cluster-Variante 1.....56

Abb. 26: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und Österreich (AUT), Chile (CHL), Luxemburg (LUX), Gross-Britannien (GBR), und Irland (IRL) für den Zeitraum 2015–2019 auf Basis von Cluster-Variante 1.....57

Abb. 27: Ergebnisse der Cluster-Variante 2 für die Jahre 2010–2014. 57

Abb. 28: Durchschnittliche Differenzen für die (nicht-standardisierten) Werte der Variablen „Landwirtschaftsfläche pro Kopf" und „Durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur" zwischen der Schweiz und Österreich (AUT), Schweden (SWE), Estland (EST), Finnland (FIN) und Lettland (LVA) für die Jahre 2010–2014 auf Basis Cluster-Variante 2.....58

Abb. 29: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und Österreich (AUT), Schweden (SWE), Estland (EST), Finnland (FIN) und Lettland (LVA) für den Zeitraum 2010–2014 auf Basis von Cluster-Variante 2. 59

Abb. 30: Ergebnisse der Cluster-Variante 2 für die Jahre 2015–2019. 59

Abb. 31: Durchschnittliche Differenzen für die (nicht-standardisierten) Werte der Variablen „Landwirtschaftsfläche pro Kopf" und „Durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur" zwischen der Schweiz und Österreich (AUT), Schweden (SWE), Estland (EST), Finnland (FIN) und der Lettland (LVA) für die Jahre 2015–2019 auf Basis Cluster-Variante 2.....60

Abb. 32: Durchschnittliche Differenzen auf dem 90 %-Konfidenzintervall für (a) SVG alle Produkte, (b) SVG pflanzliche Produkte und (c) SVG tierische Produkte zwischen der Schweiz (CHE) und Österreich (AUT), Schweden (SWE), Estland (EST), Finnland (FIN) und der Lettland (LVA) für den Zeitraum 2015–2019 auf Basis von Cluster-Variante 2. 61

Abb. E1: Entwicklung des SVG für alle, pflanzliche und tierische Produkte für die Schweiz und ihre nächsten Nachbarn zwischen 2010 und 2020 basierend auf Matching-Variante 1.....94

Abb. E2: Entwicklung des SVG für alle, pflanzliche und tierische Produkte für die Schweiz und ihre nächsten Nachbarn zwischen 2010 und 2020 basierend auf Matching-Variante 2.....95

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die verwendeten Suchbegriffe und die daraus resultierende Anzahl der Publikationen, getrennt nach den Datenbanken Web of Science und Scopus. 14
Tabelle 2: Übersicht der deskriptiv analysierten Studienmerkmale. 16
Tabelle 3: Die Akteure und Massnahmen mit Einfluss auf die Einflussfaktoren des SVG. 25
Tabelle 4: Deskriptive Statistik der für die empirischen Analysen verwendeten Variablen. 32
Tabelle 5: Deskriptive Statistik der für die Regressionsanalyse verwendeten Variablen basierend auf einem stark balancierten Panel. 33
Tabelle 6: Ergebnisse für die Regressionsanalyse-Variante 1 (mit Ackerfläche pro Kopf) für die drei abhängigen Variablen kalorienbasierter SVG alle, pflanzliche und tierische Produkte. 36
Tabelle 7: Ergebnisse für die Regressionsanalyse-Variante 1 (mit Landwirtschaftsfläche pro Kopf) für die drei abhängigen Variablen kalorienbasierter SVG alle, pflanzliche und tierische Produkte. 37
Tabelle 8: Fünf Länder, deren natürliche und ökonomische Bedingungen am ehesten mit der Schweiz vergleichbar sind (Matching-Variante 1). 45
Tabelle 9: Fünf Länder, deren natürliche und ökonomische Bedingungen am ehesten mit der Schweiz vergleichbar sind (Matching-Variante 2). 45
Tabelle 13: Zusammenfassung der Ergebnisse des MDM (Matching-Variante 1 und 2) für die Matching-Variablen und den SVG für alle, pflanzliche und tierische Produkte. 63
Tabelle 14: Zusammenfassung der Ergebnisse der Cluster-Variante 1 für die beiden Zeiträume 2010–2014 und 2015–2019. 65
Tabelle 15: Zusammenfassung der Ergebnisse der Cluster-Variante 2 für die beiden Zeiträume 2010–2014 und 2015–2019. 66
Tabelle B1: Deskriptive Statistik des Studienmerkmals “Geografische Einheit”. 84
Tabelle B2: Deskriptive Statistik des Studienmerkmals “Produkt”. 84
Tabelle B3: Deskriptive Statistik des Studienmerkmals “Methodischer Ansatz”. 84
Tabelle B4: Deskriptive Statistik des Studienmerkmals “Messung SVG”. 85
Tabelle B5: Die Häufigkeit der Kategorien und die Häufigkeit der Faktoren, die den SVG beeinflussen. 85
Tabelle C1: Pflanzliche Produktgruppen und Produkte gemäss Nahrungsmittelbilanz der FAO. 87
Tabelle C2: Tierische Produktgruppen und Produkte gemäss Nahrungsmittelbilanz der FAO. 87
Tabelle C3: Deskriptive Statistik und Datenquellen. 88
Tabelle C4: Hocheinkommensländer gemäss Klassifikation der Weltbank (2025a). 88
Tabelle D1: Ergebnisse des Wald-Tests für die Modellvergleiche „Pooled OLS vs. LSDV1” und „LSDV1 vs. LSDV3”. 90
Tabelle D2: Varianzinflationsfaktor (VIF) für die in Regressionsanalyse-Variante 1 und Regressionsanalyse Variante 2 verwendeten unabhängigen Variablen. 90
Tabelle D3: Test auf die Robustheit der Schätzungen mittels GLS-Modell für Regressionsanalyse-Variante 1. 90
Tabelle D4: Test auf die Robustheit der Schätzungen mittels GLS-Modell für Regressionsanalyse-Variante 2. 91
Tabelle D5: Test auf die Robustheit der Schätzungen mittels GLM für Regressionsanalyse-Variante 1. 91
Tabelle D6: Test auf die Robustheit der Schätzungen mittels GLM für Regressionsanalyse-Variante 2. 92
Tabelle E1: Statistisches Rauschen aufgrund nicht balancierter Struktur hinsichtlich der nächsten Nachbarn auf Basis von Matching-Variante 1. 93
Tabelle E2: Statistisches Rauschen aufgrund nicht balancierter Struktur hinsichtlich der nächsten Nachbarn auf Basis von Matching-Variante 2. 93
Tabelle F1: Auswahl der optimalen Anzahl an Clustern *k* basierend auf der Mehrheitsregel von 30 Indices. 96

Tabelle F2: Mitgliedschaft der Hocheinkommensländer in den jeweiligen Clustern sowie ihre jeweiligen nächsten Nachbarn basierend auf Cluster-Variante 1 für die Jahre 2010–2014. 96

Tabelle F3: Mitgliedschaft der Hocheinkommensländer in den jeweiligen Clustern sowie ihre jeweiligen nächsten Nachbarn basierend auf Cluster-Variante 1 für die Jahre 2015–2019. 98

Tabelle F4: Mitgliedschaft der Hocheinkommensländer in den jeweiligen Clustern sowie ihre jeweiligen nächsten Nachbarn basierend auf Cluster-Variante 2 für die Jahre 2010–2014. 99

Tabelle F5: Mitgliedschaft der Hocheinkommensländer in den jeweiligen Clustern sowie ihre jeweiligen nächsten Nachbarn basierend auf Cluster-Variante 2 für die Jahre 2015–2019. 101

Anhang A

Abdullah M.J., Zhang Z., Matsubae K, 2021. Potential for food self-sufficiency improvements through indoor and vertical farming in the gulf cooperation council: Challenges and opportunities from the case of Kuwait. Sustainability 13(22), 12553. https://doi.org/10.3390/su132212553.

Alzubi E., Shbikat N., Noche B., 2023. A system dynamics model to improving sustainable performance of the citrus farmers in Jordan Valley. Cleaner Production Letters 4, 100034. https://doi.org/10.1016/j.clpl.2023.100034.

Anderson K., 2018. From taxing to subsidizing farmers in China post-1978. China Agricultural Economic Review 10(1), 36–47. https://doi.org/10.1108/CAER-10-2017-0196.

Anderson K., Strutt A., 2014. Growth in Densely Populated Asia: Implications for Primary Product Exporters. Asia & the Pacific Policy Studies 1(1), 112–126. https://doi.org/10.1002/app5.14.

Anderson K., Strutt A., 2019. Food security policy options for China: Lessons from other countries. Food Policy 49(1), 50–58. https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2014.06.008.

Appendini K., Liverman D., 1994. Agricultural policy, climate change and food security in Mexico. Food Policy 19(2), 149–164. https://doi.org/10.1016/0306-9192(94)90067-1.

Ash R., 2010. The Chinese economy after 30 years of reform: Perspectives from the agricultural sector. The Copenhagen Journal of Asian Studies 28(1), 36–62. https://doi.org/10.22439/cjas.v28i1.2861.

Baganz G.F.M., Timpe A., Baganz D., Staaks G., Hunger B., Kloas W., Lohrberg F., 2022. City or hinterland – site potentials for upscaled aquaponics in a Berlin case study. npj Urban Sustainability 2(29). https://doi.org/10.1038/s42949-022-00072-y.

Bainus A., Yulianti D., 2018. Food security or food sovereignty?: Questioning the paradigm of Indonesian military involvement in agriculture. Central European Journal of International and Security Studies 12(4), 309–324. https://cejiss.org/images/issue_articles/2018-volume-12-issue-4/19-food-security-or-food-sovereignty.pdf.

Basnet S., Wood A., Röös E., Jansson T., Fetzer I., Gordon L., 2023. Organic agriculture in a low-emission world: exploring combined measures to deliver sustainable food system in Sweden. Sustainability Science 18, 501–519. https://doi.org/10.1007/s11625-022-01279-9.

Baydildina A., Akshinbay A., Bayetova M., Mkrytichyan L., Haliepesova A., Ataev D., 2000. Agricultural policy reforms and food security in Kazakhstan and Turkmenistan. Food Policy 25(6), 733–747. https://doi.org/10.1016/S0306-9192(00)00035-X.

Beckmann V.J., Lenz R., Volz P., Weckenbrock P., 2023. Agricultural production, potential level of self-sufficiency, and climate balances of different food scenarios – A comparative study for the Freiburg region. Naturschutz und Landschaftsplanung 55(7), 22–29. https://doi.org/10.1399/NuL.2023.07.02.

Beltran-Pea A., Rosa L., D'Odorico P., 2020. Global food self-sufficiency in the 21st century under sustainable intensification of agriculture. Environmental Research Letters 15(9), 095004. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab9388.

Beltran-Peña A., D'Odorico P., 2022. Future Food Security in Africa Under Climate Change. Earth's Future 10(9), e2022EF002651. https://doi.org/10.1029/2022EF002651.

Boyd M., Wilson N., 2023. Island refuges for surviving nuclear winter and other abrupt sunlight-reducing catastrophes. Risk Analysis 43(9), 1824–1842. https://doi.org/10.1111/risa.14072.

Brankov T., Matkovski B., 2022. Is a Food Shortage Coming to the Western Balkans?. Foods 11(22), 3672. https://doi.org/10.3390/foods11223672.

Brankov, T., Matkovski, B., Jeremic, M., Duric, I., 2021. Food Self-Sufficiency of the SEE Countries; Is the Region Prepared for a Future Crisis?. Sustainability 13(16), 8747. https://doi.org/10.3390/su13168747.

Burke A., 2021. The crossroads of ecotourism dependency, food security and a global pandemic in Galápagos, Ecuador. Sustainability 13(23), 13094. https://doi.org/10.3390/su132313094.

Cango P., Ramos-Martín J., Falconí F., 2022. Toward food sovereignty and self-sufficiency in Latin America and the Caribbean: opportunities for agricultural complementarity. Revista de Economia e Sociologia Rural 61(1), e251291. https://doi.org/10.1590/1806-9479.2021.251291.

Cerón-Palma I., Sanyé-Mengual E., Oliver-Solà J., Montero J.-I., Rieradevall J., 2012. Barriers and Opportunities Regarding the Implementation of Rooftop Eco.Greenhouses (RTEG) in Mediterranean Cities of Europe. Journal of Urban Technology 19(4), 87–103. https://doi.org/10.1080/10630732.2012.717685.

Chen Y., Chen X., Zheng P., Tan K., Liu S., Chen S., Yang Z., Wang X., 2022. Value compensation of net carbon sequestration alleviates the trend of abandoned farmland: A quantification of paddy field system in China based on perspectives of grain security and carbon neutrality. Ecological Indicators 138, 108815. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108815.

Chuma-Okoro H., Oluwasemilore I.A., 2022. Intellectual property rights, agricultural biotechnology and food sufficiency: strengthening the Nigerian intellectual property legal framework for food self-sufficiency in the aftermath of a global pandemicInternational Review of Law, Computers & Technology 36(1), 48–67. https://doi.org/10.1080/13600869.2021.1997082.

Dalin C., Qiu H., Hanasaki N., Mauzerall D.L., Rodriguez-Iturbe I., 2015. Balancing water resource conservation and food security in China. Proceedings of the National Academy of Sciences 112(15), 4588–4593. https://doi.org/10.1073/pnas.1504345112.

Davis K.F., Gephart J.A., Gunda T., 2016. Sustaining food self-sufficiency of a nation: The case of Sri Lankan rice production and related water and fertilizer demands. Ambio 45(3), 302–312. https://doi.org/10.1007/s13280-015-0720-2.

Deng, X.Z., Yue, T.X., Liu, Y.J., Dong, J.W., Sun, Z.G., Chen, M.X., Shi, W.J., Zhang, X.Z., Zhao, Z., Yu, Z.Y., 2022. Changes in China's Food Self-Sufficiency Rate in the Context of a Changing Dietary Structure. Journal of Global Information Management 30(6), 1–19. https://doi.org/10.4018/JGIM.298666.

Descroix L., Luxereau A., Lambert L.A., Ruë O., Diedhiou A., Diongue-Niang A., Dia A.H., Gangneron F., Manga S.P., Diedhiou A.B., Andrieu J., Chevalier P., Faty B., 2024. An Interdisciplinary Approach to Understand the Resilience of Agrosystems in the Sahel and West Africa. Sustainability 16(13), 5555. https://doi.org/10.3390/su16135555.

Doliente S.S., Samsatli S., 2021. Integrated production of food, energy, fuels and chemicals from rice crops: Multi-objective optimisation for efficient and sustainable value chains. Journal of Cleaner Production 285, 124900. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124900.

Duan X., Meng Q., Fei X., Lin M., Xiao R., 2021. How much nitrogen does Africa need to feed itself by 2050?. Journal of Environmental Management 268, 110488. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110488.

Ellis F., 1990. The Rice Market and its Management in Indonesia. IDS Bulletin 21(3), 44–51. https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.1990.mp21003005.x.

Erokhin V., 2017. Factors influencing food markets in developing countries: An approach to assess sustainability of the food supply in Russia. Sustainability 9(8), 1313; https://doi.org/10.3390/su9081313.

Firdaus R.B.R., Leong Tan M., Rahmat S.R., Senevi Gunaratne M., 2020. Paddy, rice and food security in Malaysia: A review of climate change impacts. Cogent Social Sciences 6(1), 1818373. https://doi.org/10.1080/23311886.2020.1818373.

Fuad A., Mulatsih S., Purnamawati H., 2019. Analysis of carrying capacity of agricultural land in supporting sustainable food self-sufficiency in Tegal Regency. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 399, 012010. https://doi.org/10.1088/1755-1315/399/1/012010.

Ghose B., 2014. Food security and food self- sufficiency in China: From past to 2050. Food and Energy Security 3(2), 86–95. https://doi.org/10.1002/fes3.48.

Groot, J.J.R., de Vries, F.W.T.P., Uithol, P.W.J., 1998. Food supply capacity study at global scale. Nutrient Cycling in Agroecosystems 50 181–189. https://doi.org/10.1023/A:1009788211315.

Gu, B.J., Ju, X.T., Chang, S.X., Ge, Y., Chang, J., 2017. Nitrogen use efficiencies in Chinese agricultural systems and implications for food security and environmental protection. Regional Environmental Change 17, 1217–1227. https://doi.org/10.1007/s10113-016-1101-5.

Huang J., Liang Z., Wu S., Li S., 2019. Grain self-sufficiency capacity in China's metropolitan areas under rapid urbanization: Trends and regional differences from 1990 to 2015. Sustainability 11(9), 2468. https://doi.org/10.3390/su11092468.

Huang J.-K., Wei W., Cui Q., Xie W., 2017. The prospects for China's food security and imports: Will China starve the world via imports?. Journal of Integrative Agriculture 16(12), 2933–2944. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(17)61756-8.

Jeong O.-Y., Park H.-S., Baek M.-K., Kim W.-J., Lee G.-M., Lee C.-M., Bombay M., Ancheta M.B., Lee J.-H., 2021. Review of rice in Korea: current status, future prospects, and comparisons with rice in other countries. Journal of Crop Science and Biotechnology 24, 1–11. https://doi.org/10.1007/s12892-020-00053-6.

Jiang L., Wu S., Liu Y., Yang C., 2021. Grain security assessment in Bangladesh based on supply-demand balance analysis. PLoS One 16(5), e0252187. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0252187.

Kalt G., Mayer A., Haberl H., Kaufmann L., Lauk C., Matej S., Röös E., Theurl M.C., Erb K.-H., 2021. Exploring the option space for land system futures at regional to global scales: The diagnostic agro-food, land use and greenhouse gas emission model BioBaM-GHG 2.0. Ecological Modelling 459, 109729. https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2021.109729.

Kamal, T.S., Huang, Y.F., Xu, S., Islam, I., Cui, S.H., 2019. Phosphorus Demand for Food Security: A Case Study of a Food-Deficient Country. Sustainability 11(5), 1345. https://doi.org/10.3390/su11051345.

Kovljenic, M., Matkovski, B., Đokić, D., 2024. Competitiveness and Cereal Self-Sufficiency in Western Balkan Countries. Agriculture 14(9), 1480; https://doi.org/10.3390/agriculture14091480.

Kriewald S., Pradhan P., Costa L., Ros A.G.C., Kropp J.P., 2019. Hungry cities: How local food self-sufficiency relates to climate change, diets, and urbanization. Environmental Research Letters 14(9), 094007. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab2d56.

Kusumaningrum R., Darjanto A., Nurmalina R., Mulatsih S., Suprehatin, 2024. Supply and demand of beef in Indonesia: A system dynamics approach. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1341, 012085. https://doi.org/10.1088/1755-1315/1341/1/012085.

Li, Y., Sun, Z., Accatino, F., 2021. Spatial distribution and driving factors determining local food and feed self-sufficiencyin eastern regions of China. Food and Energy Security 10(3), e296. https://doi.org/10.1002/fes3.296.

Liang, X.Y., Jin, X.B., Xu, X.X., Chen, H.F., Liu, J., Yang, X.H., Xu, W.Y., Sun, R., Han, B., Zhou, Y.K., 2023. Uncertainty in China's food self-sufficiency: A dynamic system assessment. Sustainable Production and Consumption 40, 135–146. https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.06.009.

Lu W.-C., Ning-lu C., Wen-xin Q., 2017. Modeling the effects of urbanization on grain production and consumption in China. Journal of Integrative Agriculture 16(6), 1393–1405. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61602-7.

Luan Y., Cui X., Ferrat M., 2013. Historical trends of food self-sufficiency in Africa. Food Security 5, 393–405. https://doi.org/10.1007/s12571-013-0260-1.

Luo, N., Meng, Q.F., Feng, P.Y., Qu, Z.R., Yu, Y.H., Liu, D.L. Müller, C., Wang, P., 2023. Nature Communications 14, 2637. https://doi.org/10.1038/s41467-023-38355-2.

Menconi, M.E., Giordano, S., Grohmann, D., 2022. Revisiting global food production and consumption patterns by developing resilient food systems for local communities. Land Use Policy 119, 106210. https://doi.org/10.1016/-j.landusepol.2022.106210.

Mi X., He G., Wang Z., 2022. Comprehensive nitrogen management techniques for wheat self-sufficiency in China. Resources, Conservation and Recycling 178, 106026. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106026.

Mok, H.F., Williamson, V.G., Grove, J.R., Burry, K., Barker, S.F., Hamilton, A.J., 2014. Strawberry fields forever? Urban agriculture in developed countries: a review. Agronomy for Sustainable Development 34, 21–43. https://doi.org/10.1007/s13593-013-0156-7.

Mukhopadhyay K., Thomassin P.J., Zhang J., 2018. Food security in China at 2050: a global CGE exercise. Journal of Economic Structures 7, 1. https://doi.org/10.1186/s40008-017-0097-4.

Morrissey M., 1982. Agricultural self-sufficiency: The recent history of an idea. Studies In Comparative International Development 17, 73–95. https://doi.org/10.1007/BF02687278.

Namany S., Al-Ansari T., Govindan R., 2019. Optimisation of the energy, water, and food nexus for food security scenarios. Computers & Chemical Engineering 129, 106513. https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.-2019.106513.

Neilson J., Wright J., 2017. The state and food security discourses of Indonesia: feeding the bangsa. Geographical Research 55(2), 131–143. https://doi.org/10.1111/1745-5871.12210.

Niu Y., Xie G., Xiao Y., Liu J., Wang Y., Luo Q., Zou H., Gan S., Qin K., Huang M., 2021. Spatiotemporal patterns and determinants of grain self-sufficiency in China. Foods 10(4), 747. https://doi.org/10.3390/foods10040747.

Onyenwaku C.E., Ogunfowora O., Falusi A.O., 1983. An inter-regional programming model for agricultural planning in Nigeria. Indian Journal of Agricultural Economics 27(4), 483–493. https://doi.org/10.22004/ag.econ.269869.

Opoku, A., Duff, A., Yahia, M.W., Ekung, S., 2024. Utilisation of green urban space for food sufficiency and the realisation of the sustainable development goals - UK stakeholders perspective. Geography and Sustainability 5(1), 13–18. https://doi.org/10.1016/j.geosus.2023.10.001.

Ortner K.M., 1983. I. Forecasts for Austrian agriculture to the year 2000. II. The food and agriculture model for Austria. IIASA Research Report RR-83-22. https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/2154/7/RR-83-022.pdf.

Otsuka K., Liu Y., Yamauchi F., 2013. Factor endowments, wage growth, and changing food self-sufficiency: Evidence from country-level panel data. American Journal of Agricultural Economics, 95(5), 1252–1258. https://doi.org/10.1093/ajae/aat028.

Overton, J., 1999. Integration or self-sufficiency? Peninsular Malaysia and the rice trade in Southeast Asia. Singapore Journal of Tropical Geography 20(2), 169–180. https://doi.org/10.1111/1467-9493.00052.

Pingali P., Abraham M., 2022. Food systems transformation in Asia – A brief economic history. Agricultural Economics 53(6), 895–910. https://doi.org/10.1111/agec.12734.

Rutherford A.S., 1999. Meat and milk self-sufficiency in Asia: Forecast trends and implications. Agricultural Economics 21(1), 21–39. https://doi.org/10.1016/S0169-5150(99)00008-0.

Sanz Sanz E., Napoléone C., Debolini M., Martinetti D., Moreno Pérez O., de Benito C., Mouléry M., Pinto Correia T., Filippini R., Arfa L., Yacamán-Ochoa C., 2024. Farmland expansion and intensification do not foster local food self-sufficiency. Insights from the Mediterranean area. Journal of Environmental Management, 351, 119769. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119769.

Sartorius von Bach H.J., Kalundu K.M., 2022. Are SACU countries self-sufficient in cereals? A dynamic panel analysis. Agricultural Economics Research, Policy and Practice in Southern Africa 61(2), 151-–166. https://doi.org/10.1080/03031853.2022.2052124.

Senbeta A.F., Worku W., 2023. Ethiopia's wheat production pathways to self-sufficiency through land area expansion, irrigation advance, and yield gap closure. Heliyon 9(10), e20720. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.-2023.e20720.

Qi X., Huang X., Song Y., Wang D., Zhong T., Liu Z., 2023. Grain carbon emission transfer and its spatiotemporal shifts based on the increasing supply-demand separation in China over the past three decades. Science China Earth Sciences 66, 1087–1107 (2023). https://doi.org/10.1007/s11430-022-1074-x.

Qi X., Vitousek P.M., Liu L., 2015. Provincial food security in China: a quantitative risk assessment based on local food supply and demand trends. Food Security 7, 621–632. https://doi.org/10.1007/s12571-015-0458-5.

Rui D., Wenjiao S., Changhe L., Hongwei L., Xiaoli S., Xiangzheng D., Jiaying C., 2022. Future unbalanced-trends of grain supply and demand on the Tibetan Plateau. Journal of Cleaner Production 367, 132993. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132993.

Simelton E., 2011. Food self-sufficiency and natural hazards in China. Food Security 3, 35–52. https://doi.org/10.1007/s12571-011-0114-7.

Soltani, A., Alimagham, S.M., Nehbandani, A., Torabi, B., Zeinali, E., Zand, E., Vadez, V., van Loon, M.P., van Ittersum, M.K., 2020. Future food self-sufficiency in Iran: A model-based analysis. Global Food Security 24, 100351. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100351.

Song S., Hou Y., Lim R.B.H., Gaw L.Y.F., Richards D.R., Tan H.T.W., 2022. Comparison of vegetable production, resource-use efficiency and environmental performance of high-technology and conventional farming systems for urban agriculture in the tropical city of Singapore. Science of The Total Environment. 807(2), 150621. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150621.

ten Berge H.F.M., Hijbeek R., van Loon M.P., Rurinda J., Tesfaye K., Zingore S., Craufurd P., van Heerwaarden J., Brentrup F., Schröder J.J., Boogaard H.L., de Groot H.L.E., van Ittersum M.K., 2019. Global Food Security 23, 9–21. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.02.001.

Teneva L., Free C.M., Hume A., Agostini V.N., Klein C.J., Watson R.A., Gaines S.D., 2023. Small island nations can achieve food security benefits through climate-adaptive blue food governance by 2050. Marine Policy 151, 105577. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2023.105577.

Usman M., Sawaya A., Igarashi M., Gayman J.J., Dixit R., 2021. Strained agricultural farming under the stress of youths' career selection tendencies: A case study from Hokkaido (Japan). Humanitites & Social Sciences Communications 8 , 19. https://doi.org/10.1057/s41599-020-00688-4.

Van Ittersum M.K., Van Bussel L.G.J., Wolf J., Grassini P., Van Wart J., Guilpart N., Claessens L., De Groot H., Wiebe K., Mason-D'Croz D., Yang H., Boogaard H., Van Oort P.A.J., Van Loon M.P., Saito K., Adimo O., Adjei-Nsiah S., Agali A., Bala A., Chikowo R., Kaizzi K., Kouressy M., Makoi J.H.J.R., Ouattara K., Tesfaye K., Cassman K.G., 2016. Can sub-Saharan Africa feed itself?.Proceedings of the National Academy of Sciences 113(52), 14964–14969 https://doi.org/10.1073/pnas.1610359113.

Valiyaveettil R.R., Jha G.K., Kathayat B., 2023. Pushing for Self-sufficiency in Edible Oils in India in the Aftermath of Recent Global Events. National Academy Science Letters 46, 483–486. https://doi.org/10.1007/s40009-023-01294-z.

Wei, T.Y., Zhang, T.Y., Cui, X.F., Glomsrod, S., Liu, Y., 2019. Potential Influence of Climate Change on Grain Self-Sufficiency at the Country Level Considering Adaptation Measures. Earth's Future 7, 1152–1166. https://doi.org/10.1029/2019EF001213.

Wen, S., Yao, W., Tian, B.T., Xu, L., Liu, Q., Xu, Y., Qi, Z.Q., Yang, Y.D., Zeng, Z.H., Zang, H.D., 2024. Spatiotemporal dynamic of rice production and its carbon footprint in Hainan, China: Implications for food security and environmental sustainability. Journal of Environmental Quality 53(4), 418–429. https://doi.org/10.1002/-jeq2.20590.

Wu F., Wang Y., Liu Y., Liu Y., Zhang Y., 2021. Simulated responses of global rice trade to variations in yield under climate change: Evidence from main rice-producing countries. Journal of Cleaner Production 281, 124690. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124690.

Xie W., Huang J., Wang J., Cui Q., Robertson R., Chen K., 2020. Climate change impacts on China's agriculture: The responses from market and trade. China Economic Review 62, 101256. https://doi.org/10.1016/j.chieco.-2018.11.007.

Xu, S.W., Li, G.Q., Li, Z.M., 2015. China agricultural outlook for 2015-2024 based on China Agricultural Monitoring and Early-warning System (CAMES). Journal of Integrative Agriculture 14(9), 1889–1902. https://doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61149-2.

Yamashita K., 2006. Food and agriculture problems for Japan and the World in the twenty-first century. Asia-Pacific Review 13(1), 1–15. https://doi.org/10.1080/13439000600697050.

Yildirim, C., Önen, H.G., 2024. Vulnerabilities of the neoliberal global food system: The Russia-Ukraine War and COVID-19. Journal of Agrarian Change 24(4), e12601. https://doi.org/10.1111/joac.12601.

Yin G., Liu L., Chang X., Sun J., 2016. A comprehensive assessment of agricultural intensification scenarios for the Dongting Lake basin in south-central China in 2030. Environmental Science and Pollution Research 23, 14018–14033. https://doi.org/10.1007/s11356-016-6510-y.

Yu W., Li T., Zhu J., 2019. What Determines China's Grain Imports and Self-sufficiency? The Role of Rising Domestic Costs and Varying World Market Prices. China & World Economy 27(5), 1–24. https://doi.org/10.1111/cwe.12299.

Zhan S., 2022. The Political Economy of Food Import and Self-reliance in China: 1949-2019. Global Food History 8(3), 194–212. https://doi.org/10.1080/20549547.2021.2012082.

Zhang Z., Kattel G.R., Shang Y., Wang G., Chuai X., Wang Q., Cui X., Miao L., 2023. Steady decline in food self-sufficiency in Africa from 1961 to 2018. Regional Environmental Change 23, 79. https://doi.org/10.1007/s10113-023-02074-7.

Zhao Y., Zhang Y., Li X., Qian C., 2022. Assessment on Land-Water Resources Carrying Capacity of Countries in Central Asia from the Perspective of Self-Supplied Agricultural Products. Land 2022, 11(2), 278. https://doi.org/10.3390/land11020278.

Zhou B.-B., Aggarwal R., Wu J., Lv L., 2021. Urbanization-associated farmland loss: A macro-micro comparative study in China. Land Use Policy 101, 105228. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105228.

Anhang B

Tabelle B1: Deskriptive Statistik des Studienmerkmals “Geografische Einheit”.

Geografische Einheit	Häufigkeit
1 = Einzelnes Entwicklungsland	61
2 = Gruppe von Entwicklungsländern	8
3 = Einzelnes Industrieland	9
4 = Gruppe von Industrieländern	2
5 = Welt	5
6 = Andere	7
Gesamt	92

Tabelle B2: Deskriptive Statistik des Studienmerkmals “Produkt”.

Produkt	Häufigkeit
1 = Mehrere Getreide (z.B. Reis, Weizen, Mais, Soja)	25
2 = Einzelne Getreide	15
3 = Tierisch (Fleisch und Molkereiprodukte)	3
4 = Pflanzlich (Früchte, Gemüse, Öle, Getreide)	8
5 = Tierisch und pflanzlich	26
6 = Keine Spezifikation	15
Gesamt	92

Tabelle B3: Deskriptive Statistik des Studienmerkmals “Methodischer Ansatz”.

Methodischer Ansatz	Häufigkeit
1 = Quantitativ ex-ante	31
2 = Quantitativ ex-post	24
3 = Quantitativ ex-post und ex-ante	4
4 = Quantitativ ohne Zeitdimension	6
5 = Qualitative Narrativ	6
6 = Qualitative Narrativ + deskriptive Statistik	18
7 = Qualitative Interviews	3
Gesamt	92

Tabelle B4: Deskriptive Statistik des Studienmerkmals “Messung SVG”.

Messung SVG	Häufigkeit
1 = Einheimische Produktion / Einheimischer Konsum	42
2 = Andere Definition des SVG	10
3 = Keine Definition des SVG	40
Gesamt	92

Tabelle B5: Die Häufigkeit der Kategorien und die Häufigkeit der Faktoren, die den SVG beeinflussen.

Kategorien	H.	Einflussfaktoren	H.
Externe Ereignisse	29	Klimawandel	23
		Extremwetterereignisse	7
		Niederschlag	4
		Sonnenstrahlung	1
		Krieg	1
		Atomkatastrophe	1
		Krankheiten	1
		Schadorganismen	1
		Internationale Inflation / Steigende Weltmarktpreise	1
Inputs	49	Landwirtschaftsfläche	37
		Dünger	20
		Wasser	18
		Arbeit	10
		Maschinen / Technologie	8
		Pestizide	7
		Saatgut	7
		Futter	5
		Energie und Elektrizität	5
		Preise / Kosten	3
		Kapital	2
Makroökonomische Faktoren	33	Bevölkerung	27
		Ökonomische Grösse	18
		Politische Stabilität	3
		Niedrige Arbeitslosenquote	1
		Geistige Eigentumsrechte	1

Kategorien	H.	Einflussfaktoren	H.
		Ausgaben Agrarforschung	1
		Wechselkurs	1
		Nationale Inflation	1
		Wertschöpfung pro Kopf Landwirtschaft	1
		EU-Mitglied	1
		Nationale Unabhängigkeit	1
		Wechsel politisches System	1
Ernährungsgewohnheiten	28	Art der Ernährung	25
		Einkommen	8
		Konsumentenpreise	5
		Konsumausgaben	3
		Lebenserhaltungskosten	1
Agrarpolitik	14	Politikziel Selbstversorgung	10
		Subventionen und/oder Preisstützung	4
Handelspolitik	13	Freihandel	9
		Protektionismus	6
Urbanisierung	11	Grad der Urbanisierung	11
Alternative Agrarsysteme	7	Urbane Landwirtschaft	6
		Tierfreie Landwirtschaft	1
Food waste	5	Ebene Konsum	3
		Ebene Produktion	2

Anhang C

Tabelle C1: Pflanzliche Produktgruppen und Produkte gemäss Nahrungsmittelbilanz der FAO.

Produktgruppe	Produkte
(1) Getreide	Weizen, Gerste, Mais, Roggen, Hafer, Hirse, Sorghum, andere Getreide
(2) Stärkehaltige Produkte	Kartoffeln, Maniok, Süsskartoffeln, andere stärkehaltige Produkte
(3) Zucker und Süssungsmittel	Zuckerrübe*, Zuckerrohr*, Zucker, Rohzucker, Honig, andere Süssungsmittel
(4) Ölpflanzen	Sojabohne, Sonnenblume, Raps, Baumwolle, Kokosnuss, Sesam, Olive, andere Ölpflanzen
(5) Pflanzliche Öle	Sojaöl, Erdnussöl, Sonnenblumenöl, Rapsöl, Baumwollöl, Palmkernöl, Palmöl, Kokosöl, Sesamöl, Olivenöl, Maiskeimöl, andere pflanzliche Öle
(6) Gemüse	Tomaten, Zwiebeln, andere Gemüse
(7) Früchte	Orangen und Mandarinen, Zitronen, Grapefruit, andere Zitrusfrüchte, Bananen, Kochbanane, Äpfel, Birnen, Datteln, Trauben, andere Früchte
(8) Hülsenfrüchte	Bohnen, Erbsen, andere Hülsenfrüchte
(9) Baumnüsse	Baumnüsse
(10) Stimulantien	Kaffee, Kakaobohne, Tee und Mate
(11) Gewürze	Pfeffer, Nelkenpfeffer, Nelken, andere Gewürze
(12) Alkoholische Getränke	Wein, Bier, fermentierte Getränke, andere alkoholische Getränke

** Hinweis: Zuckerrübe und Zuckerrohr sind bei der Berechnung des SVG nicht berücksichtigt, da beide Rohstoffe zu Zucker bzw. Rohzucker verarbeitet werden.*

Tabelle C2: Tierische Produktgruppen und Produkte gemäss Nahrungsmittelbilanz der FAO.

Produktgruppe	Produkte
(1) Fleisch und geniessbare Schlachtnebenerzeugnisse	Rindfleisch, Schaf- und Ziegenfleisch, Schweinefleisch, Geflügelfleisch, anderes Fleisch, geniessbare Schlachtnebenerzeugnisse
(2) Tierische Fette	Rohe tierische Fette, Butter, Sahne, Fischöl
(3) Milch	Milch (ohne Butter)
(4) Eier	Eier
(5) Fisch und aquatische Produkte	Süsswasserfisch, Grundfische, Hochseefisch, andere Fische, Schalentiere, Kopffüsser, Weichtiere, andere aquatische Tiere

Tabelle C3: Deskriptive Statistik und Datenquellen.

Variable	Mittelwert	Std. Abw.	Min.	Max.	N	Quelle
SVG alle Produkte (%)	80,3	43,5	0,0	313,3	1'995	FAO (2024)
SVG pflanzliche Produkte (%)	79,7	51,2	0,0	407,7	1'995	FAO (2024)
SVG tierische Produkte (%)	86,6	48,7	0,0	690,9	1'995	FAO (2024)
Ackerfläche pro Kopf (ha)	0,2	0,2	0,0	1,7	1'968	Weltbank (2025a)
Landwirtschaftsfläche pro Kopf (ha)	1,3	3,6	0,0	42,3	1'983	FAO (2025a)
Durchschnittliche jährliche Oberflächentemperatur (°C)	19,4	7,6	-0,6	29,6	1'891	Global Data Lab (2025)
BIP pro Kopf (1'000 US$)	13,7	19,2	0,2	123,7	1'964	Weltbank (2025b)
Stickstoffdüngung (kg / ha Ackerfläche)	53,6	55,6	0,0	345,4	1'945	FAO (2025b)
PSM-Anwendung (kg / ha Ackerfläche)	4,1	6,2	0,0	36,6	1'904	FAO (2025c)

Tabelle C4: Hocheinkommensländer gemäss Klassifikation der Weltbank (2025a).

ISO Alpha3 Code	Name
ARE	Vereinigte Arabische Emirate
ATG	Antigua und Barbuda
AUS	Australien
AUT	Österreich
BEL	Belgien
BHR	Bahrain
BHS	Bahamas
BHR	Bahrain
BRB	Barbados
CAN	Kanada
CHE	Schweiz
CHL	Chile
CYP	Zypern
CZE	Tschechei
DEU	Deutschland
DNK	Dänemark
ESP	Spanien
EST	Estland
FIN	Finnland
FRA	Frankreich
GBR	Grossbritannien
GRC	Griechenland
HKG	Hong Kong
HRV	Kroatien

ISO Alpha3 Code	Name
HUN	Ungarn
IRL	Irland
ISL	Island
ISR	Israel
ITA	Italien
JPN	Japan
KNA	Saint Kitts und Nevis
KOR	Süd-Korea
KWT	Kuwait
LTU	Litauen
LUX	Luxemburg
LVA	Lettland
MAC	Macao (China)
MLT	Malta
NCL	Neukaledonien
NLD	Niederlande
NOR	Norwegen
NRU	Nauru
NZL	Neuseeland
OMN	Oman
POL	Polen
PRT	Portugal
PYF	Französisch-Polynesien
SAU	Saudi-Arabien
SVK	Slowakei
SVN	Slowenien
SWE	Schweden
SYC	Seychellen
TTO	Trinidad und Tobago
TWN	Taiwan
URY	Uruguay
USA	Vereinigte Staaten von Amerika

Anhang D

Tabelle D1: Ergebnisse des Wald-Tests für die Modellvergleiche „Pooled OLS vs. LSDV1" und „LSDV1 vs. LSDV3".

Modellvergleich	*F*-Wert	*p*-Wert
Regressionsanalyse-Variante 1: Pooled OLS vs. LSDV1	187,9	0,000
Regressionsanalyse-Variante 1: LSDV1 vs. LSDV3	1,9	0,039
Regressionsanalyse-Variante 2: Pooled OLS vs. LSDV1	314,9	0,000
Regressionsanalyse-Variante 2: LSDV1 vs. LSDV3	1,8	0,055

Tabelle D2: Varianzinflationsfaktor (VIF) für die in Regressionsanalyse-Variante 1 und Regressionsanalyse Variante 2 verwendeten unabhängigen Variablen.

Unabhängige Variable	VIF Regressionsanalyse-Variante 1	VIF Regressionsanalyse-Variante 2
Ackerfläche pro Kopf	1,4	
Landwirtschaftsfläche pro Kopf		1,2
Oberflächentemperatur	1,8	1,9
BIP pro Kopf	1,2	1,3
Stickstoffdüngung	1,3	1,2
PSM-Anwendung	1,6	1,6
Durchschnittlicher VIF	1,5	1,4

Tabelle D3: Test auf die Robustheit der Schätzungen mittels GLS-Modell für Regressionsanalyse-Variante 1.

Unabhängige Variable	(a) Kalorienbasierter SVG alle Produkte	(b) Kalorienbasierter SVG pflanzliche Produkte	(c) Kalorienbasierter SVG tierische Produkte
Ackerfläche pro Kopf	254,599*** (30,727)	268,492*** (42,349)	39,772 (29,145)
Temperatur	2,547** (1,180)	2,871* (1,245)	1,702 (1,114)
BIP pro Kopf	–0,144 (0,141)	0,250 (0,195)	–0,720*** (0,111)
Stickstoffdüngung	0,132*** (0,045)	0,227*** (0,061)	–0,081** (0,039)
PSM-Anwendung	0,694*** (0,338)	0,919** (0,459)	–0,246 (0,349)
Fixed-Effects Land	Ja	Ja	Ja
Fixed-Effects Jahr	Ja	Ja	Ja
Beobachtungen	473	473	473
Pseudo R^2	0,945	0,904	0,946

*Hinweise: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1. Robuste Standardfehler in Klammern. Die Konstante ist in allen Modellen berücksichtigt, aber nicht dargestellt.*

Tabelle D4: Test auf die Robustheit der Schätzungen mittels GLS-Modell für Regressionsanalyse-Variante 2.

Unabhängige Variable	(a) Kalorienbasierter SVG alle Produkte	(b) Kalorienbasierter SVG pflanzliche Produkte	(c) Kalorienbasierter SVG tierische Produkte
Landwirtschaftsfläche pro Kopf	11,467*** (2,487)	9,957*** (3,859)	3,501 (2,401)
Temperatur	2,905** (1,223)	3,279** (1,587)	1,762 (1,098)
BIP pro Kopf	–0,010 (0,146)	0,410** (0,199)	–0,707*** (0,110)
Stickstoffdüngung	0,104** (0,047)	0,200*** (0,065)	–0,085** (0,038)
PSM-Anwendung	0,691* (0,297)	0,893* (0,481)	–0,240 (0,347)
Fixed-Effects Land	Ja	Ja	Ja
Fixed-Effects Jahr	Ja	Ja	Ja
Beobachtungen	473	473	473
Pseudo R^2	0,940	0,898	0,945

*Hinweise: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1. Robuste Standardfehler in Klammern. Die Konstante ist in allen Modellen berücksichtigt, aber nicht dargestellt.*

Tabelle D5: Test auf die Robustheit der Schätzungen mittels GLM für Regressionsanalyse-Variante 1.

Unabhängige Variable	(a) Kalorienbasierter SVG alle Produkte	(b) Kalorienbasierter SVG pflanzliche Produkte	(c) Kalorienbasierter SVG tierische Produkte
Ackerfläche pro Kopf	149,121*** (35,682)	122,578*** (44,457)	34,749** (17,702)
Temperatur	2,469** (0,954)	2,467** (1,245)	0,284 (0,912)
BIP pro Kopf	–0,051 (0,105)	0,300 (0,190)	–0,583*** (0,113)
Stickstoffdüngung	0,168*** (0,048)	0,282*** (0,073)	–0,036 (0,036)
PSM-Anwendung	0,816*** (0,302)	1,124*** (0,365)	–0,560*** (0,148)
Fixed-Effects Land	Ja	Ja	Ja
Fixed-Effects Jahr	Ja	Ja	Ja
Beobachtungen	473	473	473
Pseudo R^2	0,037	0,052	0,026

*Hinweise: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1. Es werden durchschnittliche marginale Effekte ausgewiesen. Standardfehler basierend auf Delta-Methode in Klammern. Die Konstante ist in allen Modellen berücksichtigt, aber nicht dargestellt.*

Tabelle D6: Test auf die Robustheit der Schätzungen mittels GLM für Regressionsanalyse-Variante 2.

Unabhängige Variable	(a) Kalorienbasierter SVG alle Produkte	(b) Kalorienbasierter SVG pflanzliche Produkte	(c) Kalorienbasierter SVG tierische Produkte
Landwirtschaftsfläche pro Kopf	5,971*** (2,621)	2,834 (2,513)	0,566 (1,382)
Temperatur	2,992*** (0,976)	2,964** (1,245)	0,433 (0,908)
BIP pro Kopf	0,051 (0,108)	0,396** (0,189)	–0,556*** (0,109)
Stickstoffdüngung	0,144*** (0,047)	0,260*** (0,072)	–0,043 (0,036)
PSM-Anwendung	0,803** (0,297)	1,111*** (0,359)	–0,564*** (0,149)
Fixed-Effects Land	Ja	Ja	Ja
Fixed-Effects Jahr	Ja	Ja	Ja
Beobachtungen	473	473	473
Pseudo R^2	0,037	0,052	0,026

*Hinweise: *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1. Es werden durchschnittliche marginale Effekte ausgewiesen. Standardfehler basierend auf Delta-Methode in Klammern. Die Konstante ist in allen Modellen berücksichtigt, aber nicht dargestellt.*

Anhang E

Tabelle E1: Statistisches Rauschen aufgrund nicht balancierter Struktur hinsichtlich der nächsten Nachbarn auf Basis von Matching-Variante 1.

Schritt (1): Ackerfläche pro Kopf + Temperatur	**«Rauschen»**
1. Japan	
2. Süd-Korea	
3. Niederlande	
4. Chile	2012 Belgien
5. Belgien	
Schritt (2): Ackerfläche pro Kopf + Temperatur + BIP pro Kopf	**«Rauschen»**
1. Niederlande	
2. Japan	2018 und 2020 Süd-Korea
3. Süd-Korea	
4. Belgien	
5. Chile	
Schritt (3): Ackerfläche pro Kopf + Temperatur + BIP pro Kopf + Stickstoffdüngung + PSM-Anwendung	**«Rauschen»**
1. Niederlande	2012 Chile
2. Chile	2011 und 2020 Belgien
3. Belgien	
4. Japan	2010 und 2019 Slowenien
5. Slowenien	2012 Süd–Korea; 2015 und 2016 Grossbritannien

Tabelle E2: Statistisches Rauschen aufgrund nicht balancierter Struktur hinsichtlich der nächsten Nachbarn auf Basis von Matching-Variante 2.

Schritt (1): Landwirtschaftsfläche pro Kopf + Temperatur	**«Rauschen»**
1. Norwegen	2010 Deutschland
2. Belgien	2010–2013 Deutschland
3. Deutschland	2016 und 2018–2020 Niederlande
4. Niederlande	
5. Luxemburg	
Schritt (2): Landwirtschaftsfläche pro Kopf + Temperatur + BIP pro Kopf	**«Rauschen»**
1. Norwegen	
2. Luxemburg	2010 Belgien; 2011 und 2012 Niederlande
3. Niederlande	2010 Belgien
4. Belgien	
5. Japan	2010-2013 Deutschland

Schritt (3): Landwirtschaftsfläche pro Kopf + Temperatur + BIP pro Kopf + Stickstoffdüngung + PSM-Anwendung	**«Rauschen»**
1. Deutschland	2020 Norwegen
2. Norwegen	2010 Belgien; 2012 und 2013 Italien
3. Luxemburg	
4. Italien	
5. Belgien	

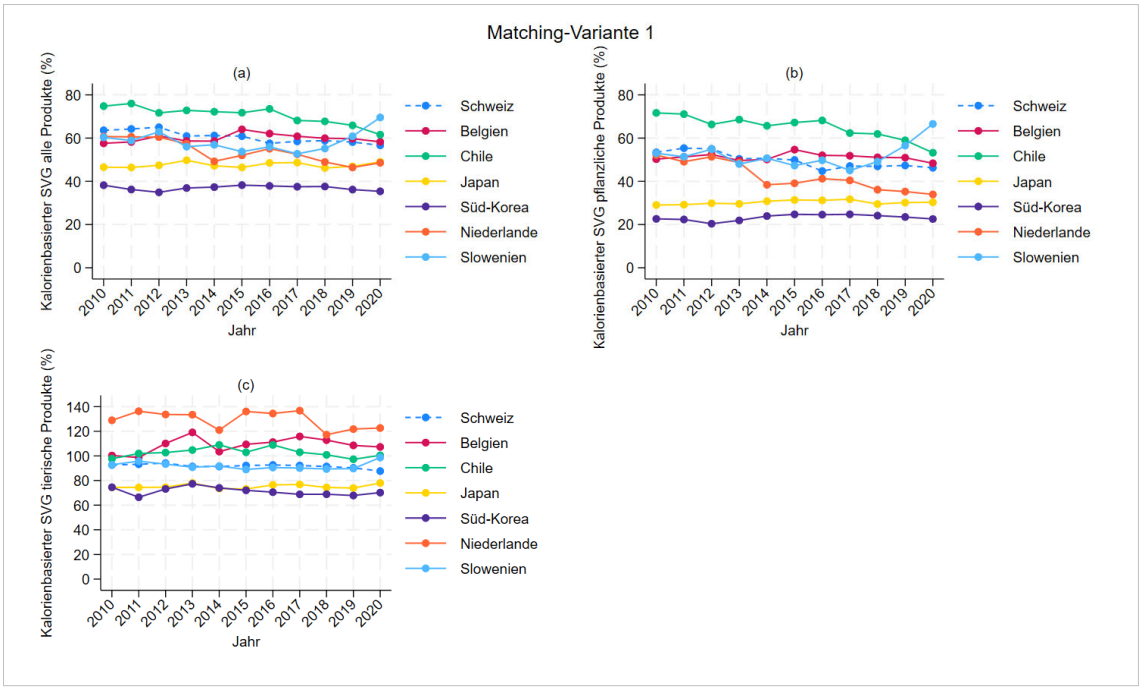


Abb. E1: Entwicklung des SVG für alle, pflanzliche und tierische Produkte für die Schweiz und ihre nächsten Nachbarn zwischen 2010 und 2020 basierend auf Matching-Variante 1.

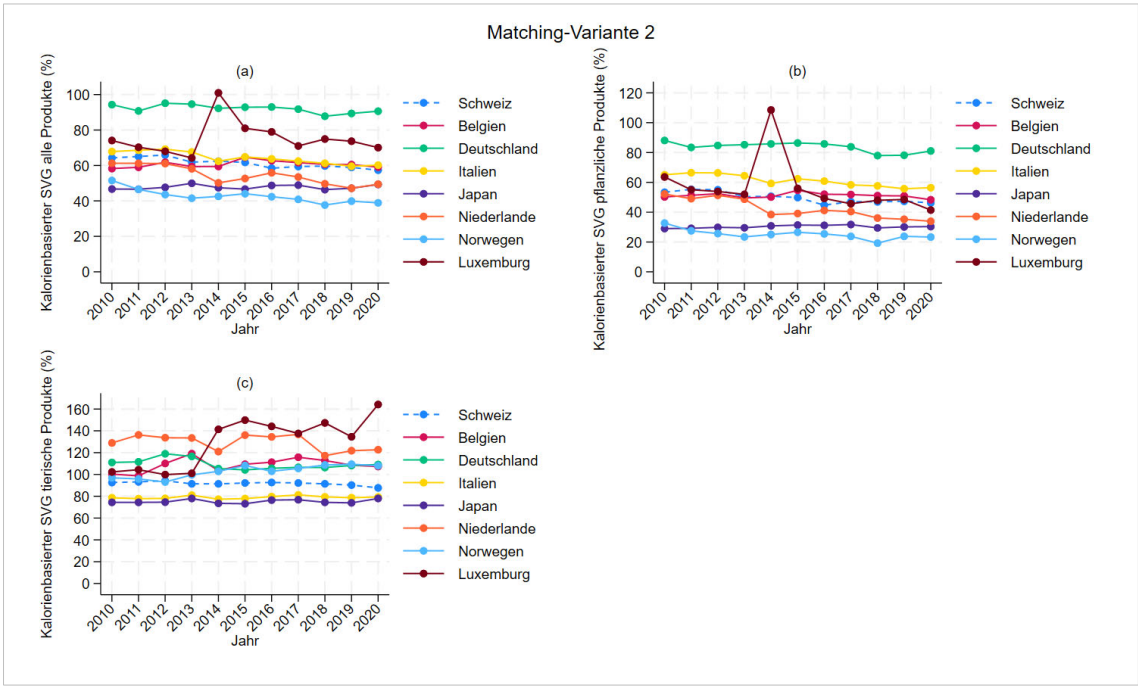


Abb. E2: Entwicklung des SVG für alle, pflanzliche und tierische Produkte für die Schweiz und ihre nächsten Nachbarn zwischen 2010 und 2020 basierend auf Matching-Variante 2.

Anhang F

Tabelle F1: Auswahl der optimalen Anzahl an Clustern *k* basierend auf der Mehrheitsregel von 30 Indices.

Cluster-Variante 1				Cluster-Variante 2			
2010–2014		2015–2019		2010–2014		2015–2019	
Anzahl Indices	Anzahl Cluster *k*	Anzahl Indices	Anzahl Cluster *k*	Anzahl Indices	Anzahl Cluster *k*	Anzahl Indices	Anzahl Cluster *k*
6	2	7	2	9	2	9	2
9	3	7	2	9	3	8	3
2	4	3	4	1	4	2	5
1	5	1	5	1	6	1	6
1	7	1	6	1	9	4	10
5	10	1	8	3	10	-	-
-	-	1	9	-	-	-	-
-	-	3	10	-	-	-	-

Hinweis: Die Bestimmung der optimalen Clusteranzahl k basiert ausserdem auf zwei grafischen Verfahren, die in dieser Tabelle nicht berücksichtigt sind, bei der Bestimmung der Clusterlösung jedoch auch verwendet wurden.

Tabelle F2: Mitgliedschaft der Hocheinkommensländer in den jeweiligen Clustern sowie ihre jeweiligen nächsten Nachbarn basierend auf Cluster-Variante 1 für die Jahre 2010–2014.

ISO Alpha3 Code	Cluster	Ackerfläche pro Kopf (ha)	Temperatur (°C)	Nächster Nachbar	SVG alle Produkte (%)	SVG pflanzliche Produkte (%)	SVG tierische Produkte (%)
ARE	1	0,01	28,3	OMN	15,4	17,3	20,8
ATG	1	0,05	26,3	BRB	9,0	10,1	10,9
AUS	2	1,34	19,2	URY	204,6	230,3	127,3
AUT	3	0,16	7,3	DEU	91,5	84,9	107,3
BEL	3	0,07	10,2	NLD	58,8	50,7	106,3
BHS	1	0,02	25,3	PYF	15,5	23,8	10,4
BRB	1	0,04	26,6	ATG	37,8	41,0	46,9
CAN	2	1,09	0,8	LTU	183,7	197,3	108,7
CHE	3	0,05	6,5	AUT	63,0	53,0	92,6
CHL	3	0,07	9,6	AUT	73,5	68,6	103,1
CYP	1	0,07	19,4	ISR	28,3	17,8	83,9
CZE	3	0,24	8,6	SVK	118,3	126,6	81,3
DEU	3	0,15	9,4	LUX	93,3	85,4	112,7
DNK	2	0,44	8,7	HUN	114,0	101,4	188,3

ISO Alpha3 Code	Cluster	Ackerfläche pro Kopf (ha)	Temperatur (°C)	Nächster Nachbar	SVG alle Produkte (%)	SVG pflanzliche Produkte (%)	SVG tierische Produkte (%)
ESP	3	0,27	14,4	FRA	77,5	73,9	95,5
EST	2	0,48	6,1	FIN	120,6	116,2	128,4
FIN	2	0,41	4,9	EST	93,4	96,0	87,0
FRA	3	0,28	12,9	ESP	134,5	139,0	104,1
GBR	3	0,10	9,6	IRL	69,8	72,1	71,5
GRC	3	0,22	16,0	ESP	79,2	82,6	55,0
HRV	3	0,21	12,4	FRA	98,9	103,2	80,0
HUN	2	0,44	11,5	USA	151,3	159,2	92,5
IRL	3	0,10	9,7	GBR	71,9	42,7	175,4
ISL	2	0,38	2,2	FIN	176,0	8,2	396,4
ISR	1	0,04	20,6	CYP	29,2	22,3	83,3
ITA	3	0,12	12,6	NZL	66,9	64,2	78,6
JPN	3	0,03	13,0	KOR	47,5	29,7	75,2
KOR	3	0,03	12,7	JPN	36,7	22,2	73,2
KWT	1	0,00	26,4	TTO	10,4	9,9	32,4
LTU	2	0,75	7,2	LVA	143,5	147,1	112,1
LUX	3	0,12	9,3	IRL	76,8	72,6	108,7
LVA	2	0,58	6,6	EST	116,2	116,4	100,9
NLD	3	0,06	10,2	BEL	57,4	47,6	130,2
NOR	3	0,16	3,4	SWE	45,0	26,6	97,6
NZL	3	0,12	11,5	ITA	146,3	63,3	224,4
OMN	1	0,01	27,9	ARE	35,5	79,1	43,1
POL	3	0,29	8,7	SVK	102,9	102,3	106,1
PRT	3	0,11	16,1	GRC	47,0	42,1	79,7
PYF	1	0,01	25,5	BHS	39,2	48,6	18,9
SAU	1	0,12	26,1	ATG	16,7	14,9	53,3
SVK	3	0,26	9,5	CZE	115,4	127,3	61,9
SVN	3	0,09	10,5	BEL	59,0	51,6	93,0
SWE	3	0,27	5,4	POL	82,1	81,1	93,6
TTO	1	0,02	26,6	KWT	20,2	16,8	35,8
URY	2	0,68	17,3	USA	246,7	248,2	202,1
USA	2	0,50	11,8	HUN	118,0	118,1	106,1

Tabelle F3: Mitgliedschaft der Hocheinkommensländer in den jeweiligen Clustern sowie ihre jeweiligen nächsten Nachbarn basierend auf Cluster-Variante 1 für die Jahre 2015–2019.

ISO Alpha3 Code	Cluster	Ackerfläche pro Kopf (ha)	Temperatur (°C)	Nächster Nachbar	SVG alle Produkte (%)	SVG pflanzliche Produkte (%)	SVG tierische Produkte (%)
ARE	1	0,00	28,7	OMN	21,4	25,0	16,7
ATG	1	0,04	26,3	BRB	8,1	8,5	11,3
AUS	2	1,25	19,6	URY	190,7	216,8	124,6
AUT	3	0,15	8,0	DEU	88,9	82,5	103,5
BEL	3	0,07	10,8	NLD	61,3	52,1	111,5
BHS	1	0,02	25,8	PYF	16,7	23,9	12,0
BRB	1	0,03	26,5	TTO	32,0	34,7	48,9
CAN	2	1,05	0,5	LTU	187,7	199,5	111,2
CHE	3	0,05	7,2	CHL	58,8	47,2	91,8
CHL	3	0,07	10,1	GBR	69,3	63,7	102,3
CYP	1	0,08	19,8	ISR	26,8	15,1	86,5
CZE	3	0,23	9,5	SVK	122,9	132,4	78,5
DEU	3	0,14	10,2	LUX	90,8	82,4	106,3
DNK	2	0,41	9,5	HUN	111,6	98,2	183,6
ESP	3	0,26	14,8	FRA	71,2	65,9	102,1
EST	2	0,52	6,9	FIN	157,2	165,6	116,9
FIN	2	0,41	5,4	EST	77,1	75,4	86,8
FRA	3	0,27	13,5	ESP	131,0	136,8	99,2
GBR	3	0,09	10,1	IRL	70,2	71,8	74,5
GRC	3	0,20	16,1	ESP	76,6	79,3	54,8
HRV	3	0,20	12,9	FRA	107,8	116,8	66,5
HUN	2	0,44	12,0	USA	144,2	150,7	94,9
IRL	3	0,09	10,0	GBR	68,2	34,8	158,1
ISL	2	0,35	2,3	FIN	137,5	10,0	300,7
ISR	1	0,04	20,7	CYP	28,1	20,8	80,4
ITA	3	0,11	13,0	NZL	62,2	59,0	79,4
JPN	3	0,03	13,5	KOR	47,4	30,8	75,1
KOR	3	0,03	13,4	JPN	37,5	24,3	69,6
KWT	1	0,00	26,9	TTO	9,4	7,2	31,6
LTU	2	0,76	8,1	LVA	176,1	194,4	101,4

ISO Alpha3 Code	Cluster	Ackerfläche pro Kopf (ha)	Temperatur (°C)	Nächster Nachbar	SVG alle Produkte (%)	SVG pflanzliche Produkte (%)	SVG tierische Produkte (%)
LUX	3	0,10	9,9	IRL	75,8	49,4	142,4
LVA	2	0,66	7,4	LTU	157,5	166,5	106,3
NLD	3	0,06	10,9	BEL	50,7	38,2	128,3
NOR	3	0,15	4,0	SWE	40,9	23,7	107,0
NZL	3	0,11	11,9	SVN	142,0	58,2	238,2
OMN	1	0,01	28,2	ARE	20,0	20,0	49,0
POL	3	0,29	9,7	SVK	108,8	108,7	109,2
PRT	3	0,10	16,4	GRC	47,2	42,5	78,2
PYF	1	0,01	25,9	BHS	42,6	54,7	17,1
SAU	1	0,11	26,5	ATG	16,2	13,5	56,7
SVK	3	0,25	10,1	CZE	120,4	124,3	49,6
SVN	3	0,09	11,0	BEL	55,6	49,4	89,8
SWE	3	0,25	6,1	AUT	81,3	80,7	88,0
TTO	1	0,02	26,5	BRB	22,3	19,0	32,7
URY	2	0,65	17,6	USA	175,5	152,8	214,7
USA	2	0,48	12,3	HUN	118,3	119,0	104,0

Tabelle F4: Mitgliedschaft der Hocheinkommensländer in den jeweiligen Clustern sowie ihre jeweiligen nächsten Nachbarn basierend auf Cluster-Variante 2 für die Jahre 2010–2014.

ISO Alpha3 Code	Cluster	Landwirtschaftsfläche pro Kopf (ha)	Temperatur (°C)	Nächster Nachbar	SVG alle Produkte (%)	SVG pflanzliche Produkte (%)	SVG tierische Produkte (%)
ARE	1	0,04	28,3	OMN	15,4	17,3	20,8
ATG	1	0,10	26,3	KWT	9,0	10,1	10,9
AUS	2	17,75	19,2	ISL	204,6	230,3	127,3
AUT	2	0,32	7,3	CHE	91,5	84,9	107,3
BEL	2	0,12	10,2	NLD	58,8	50,7	106,3
BHS	1	0,03	25,3	PYF	15,5	23,8	10,4
BRB	1	0,05	26,6	TTO	37,8	41,0	46,9
CAN	2	1,69	0,8	NOR	183,7	197,3	108,7
CHE	2	0,19	6,5	AUT	63,0	53,0	92,6
CHL	2	0,81	9,6	IRL	73,5	68,6	103,1
CYP	1	0,10	19,4	ISR	28,3	17,8	83,9
CZE	2	0,34	8,6	POL	118,3	126,6	81,3

ISO Alpha3 Code	Cluster	Landwirtschaftsfläche pro Kopf (ha)	Temperatur (°C)	Nächster Nachbar	SVG alle Produkte (%)	SVG pflanzliche Produkte (%)	SVG tierische Produkte (%)
DEU	2	0,21	9,3	LUX	93,3	85,4	112,7
DNK	2	0,47	8,7	POL	114,0	101,4	188,3
ESP	2	0,58	14,4	FRA	77,5	73,9	95,5
EST	2	0,72	6,1	LVA	120,6	116,2	128,4
FIN	2	0,42	4,9	SWE	93,4	96,0	87,0
FRA	2	0,46	12,9	HRV	134,5	139,0	104,1
GBR	2	0,27	9,6	SVK	69,8	72,1	71,5
GRC	2	0,65	16,0	PRT	79,2	82,6	55,0
HRV	2	0,34	12,4	ITA	98,9	103,2	80,0
HUN	2	0,55	11,5	HRV	151,3	159,2	92,5
IRL	2	0,99	9,7	CHL	71,9	42,7	175,4
ISL	2	5,82	2,2	CAN	176,0	8,2	396,4
ISR	1	0,07	20,6	CYP	29,2	22,3	83,3
ITA	2	0,23	12,6	HRV	66,9	64,2	78,6
JPN	2	0,04	13,0	KOR	47,5	29,7	75,2
KOR	2	0,04	12,7	JPN	36,7	22,2	73,2
KWT	1	0,05	26,4	BRB	10,4	9,9	32,4
LTU	2	0,93	7,2	LVA	143,5	147,1	112,1
LUX	2	0,25	9,3	DEU	76,8	72,6	108,7
LVA	2	0,90	6,6	LTU	116,2	116,4	100,9
NLD	2	0,11	10,2	BEL	57,4	47,6	130,2
NOR	2	0,20	3,4	FIN	45,0	26,6	97,6
NZL	2	2,54	11,5	USA	146,3	63,3	224,4
OMN	1	0,42	27,9	ARE	35,5	79,1	43,1
POL	2	0,38	8,7	CZE	102,9	102,3	106,1
PRT	2	0,35	16,1	GRC	47,0	42,1	79,7
PYF	1	0,16	25,5	BHS	39,2	48,6	18,9
SAU	1	5,65	26,1	OMN	16,7	14,9	53,3
SVK	2	0,36	9,5	GBR	115,4	127,3	61,9
SVN	2	0,30	10,5	BEL	59,0	51,6	93,0
SWE	2	0,32	5,4	FIN	82,1	81,1	93,6
TTO	1	0,04	26,6	BRB	20,2	16,8	35,8
URY	2	4,27	17,3	NZL	246,7	248,2	202,1
USA	2	1,35	11,8	HUN	118,0	118,1	106,1

Tabelle F5: Mitgliedschaft der Hocheinkommensländer in den jeweiligen Clustern sowie ihre jeweiligen nächsten Nachbarn basierend auf Cluster-Variante 2 für die Jahre 2015–2019.

ISO Alpha3 Code	Cluster	Landwirtschaftsfläche pro Kopf (ha)	Temperatur (°C)	Nächster Nachbar	SVG alle Produkte (%)	SVG pflanzliche Produkte (%)	SVG tierische Produkte (%)
ARE	1	0,04	28,7	OMN	21,4	25,0	16,7
ATG	1	0,10	26,3	BRB	8,1	8,5	11,3
AUS	2	15,40	19,6	URY	190,7	216,8	124,6
AUT	2	0,30	8,0	CHE	88,9	82,5	103,5
BEL	2	0,12	10,8	NLD	61,3	52,1	111,5
BHS	1	0,03	25,8	PYF	16,7	23,9	12,0
BRB	1	0,04	26,5	TTO	32,0	34,7	48,9
CAN	2	1,63	0,5	NOR	187,7	199,5	111,2
CHE	2	0,18	7,2	AUT	58,8	47,2	91,8
CHL	2	0,67	10,1	IRL	69,3	63,7	102,3
CYP	1	0,10	19,8	ISR	26,8	15,1	86,5
CZE	2	0,33	9,5	POL	122,9	132,4	78,5
DEU	2	0,22	10,2	GBR	90,8	82,4	106,3
DNK	2	0,46	9,5	POL	111,6	98,2	183,6
ESP	2	0,56	14,8	GRC	71,2	65,9	102,1
EST	2	0,75	6,9	LVA	157,2	165,6	116,9
FIN	2	0,41	5,4	SWE	77,1	75,4	86,8
FRA	2	0,45	13,5	HRV	131,0	136,8	99,2
GBR	2	0,27	10,1	DEU	70,2	71,8	74,5
GRC	2	0,57	16,1	PRT	76,6	79,3	54,8
HRV	2	0,40	12,9	ITA	107,8	116,8	66,5
HUN	2	0,56	12,0	HRV	144,2	150,7	94,9
IRL	2	0,94	10,0	CHL	68,2	34,8	158,1
ISL	2	5,43	2,3	CAN	137,5	10,0	300,7
ISR	1	0,07	20,7	CYP	28,1	20,8	80,4
ITA	2	0,21	13,0	HRV	62,2	59,0	79,4
JPN	2	0,04	13,5	KOR	47,4	30,8	75,1
KOR	2	0,03	13,4	JPN	37,5	24,3	69,6
KWT	1	0,04	26,9	TTO	9,4	7,2	31,6
LTU	2	1,02	8,1	LVA	176,1	194,4	101,4
LUX	2	0,22	9,9	GBR	75,8	49,4	142,4
LVA	2	0,99	7,4	LTU	157,5	166,5	106,3
NLD	2	0,11	10,9	BEL	50,7	38,2	128,3
NOR	2	0,19	4,0	FIN	40,9	23,7	107,0
NZL	2	2,22	11,9	USA	142,0	58,2	238,2
OMN	1	0,32	28,2	ARE	20,0	20,0	49,0

POL	2	0,38	9,7	CZE	108,8	108.7	109,2
PRT	2	0,42	16,4	GRC	47,2	42,5	78,2
PYF	1	0,16	25,9	BHS	42,6	54,7	17,1
SAU	1	5,08	26,5	OMN	16,2	13,5	56,7
SVK	2	0,36	10,1	GBR	120,4	124,3	49,6
SVN	2	0,30	11,0	BEL	55,6	49,4	89,8
SWE	2	0,31	6,1	FIN	81,3	80,7	88,0
TTO	1	0,04	26,5	BRB	22,3	19,0	32,7
URY	2	4,17	17,6	NZL	175,5	152,8	214,7
USA	2	1,30	12,3	HUN	118,3	119,0	104,0