



Ernährungssicherheit der Schweiz 2023

Aktuelle Ereignisse und Entwicklungen

Christian Ritzel und Albert von Ow

Auftraggeber: Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung



Impressum

Herausgeber	Agroscope Tänikon 1 8356 Ettenhausen www.agroscope.ch
Auskünfte	christian.ritzel@agroscope.admin.ch
Titelbild	Gabriela Brändle
Download	www.agroscope.ch/science
Copyright	© Agroscope 2023
ISSN	2296-729X
DOI	https://doi.org/10.34776/as167g

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
Résumé	5
Summary	6
1 Einleitung	7
1.1 Hintergrund und Ziele	7
1.2 Methodik und Vorgehensweise	7
2 Beurteilung der Versorgungssituation im Ernährungsbereich	8
2.1 Versorgungssituation weltweit	8
2.2 Versorgungssituation in der Europäischen Union	11
2.3 Versorgungssituation in der Schweiz	13
3 Besondere Herausforderungen	18
3.1 Kreislaufwirtschaft in der Land- und Ernährungswirtschaft	18
3.2 Heterogenität in der Land- und Ernährungswirtschaft als Chance und Herausforderung	19
3.3 Risiko der Schaderregerausbreitung und Massnahmen zu deren Eindämmung	20
3.4 Klimawandel und Trockenheit	22
4 Diskussion und Fazit	24
5 Literaturverzeichnis	26
6 Abbildungsverzeichnis	31

Zusammenfassung

Ernährungssicherheit der Schweiz 2023 – Aktuelle Ereignisse und Entwicklungen

Die Ernährungssicherheit eines Landes kann durch verschiedene Faktoren positiv oder negativ beeinflusst werden. Konflikte wie der Krieg in der Ukraine können Lieferketten zumindest kurzfristig stören. Langfristig ist der Klimawandel mit seinen unterschiedlichen räumlichen Auswirkungen eine der bedeutendsten Herausforderungen. Andererseits können sich zum Beispiel Technologien für eine effizientere Bewässerung im Pflanzenbau oder verlässliche Handelsbeziehungen positiv auf die Ernährungssicherheit auswirken.

Da die Schweiz Nettoimporteurin von Agrarprodukten ist, ist es von zentraler Bedeutung, eine Übersicht über potentiell versorgungsrelevante Ereignisse und Entwicklungen im Ernährungsbereich zu erhalten. Agroscope erstellt daher im Auftrag des Fachbereichs Ernährung der wirtschaftlichen Landesversorgung (WL) jährlich einen Bericht. Die vorliegende Fassung basiert auf Daten- und Literaturanalysen sowie einer internen Expertenbefragung von Milizkadrangehörigen des Fachbereichs Ernährung der WL. Der Bericht repräsentiert die Situation mit Stand von Mitte 2023.

Auf **globaler Ebene** sind die Nahrungsmittelpreise ein wichtiger Indikator für die Versorgungslage. Nach dem starken Anstieg ab Mitte 2020 sind die Preise einiger Nahrungsmittel wieder auf das Niveau vor dem Krieg in der Ukraine zurückgegangen. Hinsichtlich der globalen Landwirtschaftsflächen zeigt sich ein leichter Rückgang der Gesamtfläche bei tendenziell zunehmender Ackerfläche. Aufgrund des Bevölkerungswachstums ist jedoch festzustellen, dass die global pro Kopf verfügbare Landwirtschaftsfläche konstant sinkt. Dank des Produktivitätszuwachses zeigt die weltweite Produktion von Agrarprodukten jedoch weiterhin einen positiven Trend, sodass das Angebot auf dem Weltmarkt zumindest kurz- bis mittelfristig als stabil beurteilt werden kann. Allerdings setzt diese Beurteilung eine konstante Verfügbarkeit von landwirtschaftlichen Produktionsmitteln wie beispielsweise Saatgut und Energie voraus. Ferner sollten langfristige Extremwetterereignisse wie Hitze und Trockenheit weitestgehend ausbleiben.

In der **Europäischen Union (EU)** bleiben die Preise für Energie weiterhin auf einem hohen Niveau, was unter anderem zu steigenden Nahrungsmittelpreisen geführt hat. Auch wenn die in einigen Regionen Europas anhaltende Trockenheit die Landwirtschaft vor grosse Herausforderungen stellt, so kann die Versorgung mit Agrarprodukten Mitte 2023 als gesichert eingestuft werden. Um Prävention, Reaktion und Resilienz gegenüber Faktoren, die sich auf die Ernährungssicherheit negativ auswirken können, zu verbessern, hat die EU das strategische Krisenmanagement forciert.

Die **Schweiz** war bzw. ist von der Inflation nicht so stark betroffen wie beispielsweise ihre Nachbarländer. Trotzdem stiegen auch in der Schweiz die Nahrungsmittelpreise für Agrarprodukte zwischen 2021 und 2022 an. Der Hitzesommer 2022 stellte speziell den Pflanzenbau aufgrund von Wassermangel vor grosse Herausforderungen. Trotzdem gilt 2022 für den Pflanzenbau im Hinblick auf Qualität und Erträge als ein erfolgreiches Jahr. Das anhaltende Wirtschaftswachstum der Schweiz dürfte durch den Bedarf an Arbeitskräften auch in Zukunft zu einem Bevölkerungswachstum durch Zuwanderung führen. Die Landwirtschaftsflächen nehmen jedoch tendenziell ab. Die damit verbundene Abnahme der verfügbaren Landwirtschaftsfläche pro Kopf ist neben dem Klimawandel eine zentrale Herausforderung im Hinblick auf die zukünftige Ernährungssicherheit der Schweiz.

Seitens Expertinnen und Experten der WL wird es dementsprechend als wichtig erachtet, nachhaltig mit den verfügbaren Ressourcen wie z.B. Land, Wasser und Energie umzugehen. Ansätze aus der **Kreislaufwirtschaft** können den Landwirtschafts- und Ernährungsbereich dabei unterstützen, Ressourcen zu schonen, indem deren Verbrauch reduziert wird, oder diese wiederverwendet oder recycelt werden. Im Hinblick auf den **Klimawandel** und dem damit verbundenen Druck auf die landwirtschaftliche Produktion durch Extremwetterereignisse wie zum Beispiel Dürren oder Spätfrost sowie durch die **Ausbreitung von Schaderregern** erachten die Expertinnen und Experten der WL die Erforschung und effektive Umsetzung von Anpassungs- und Eindämmungsmassnahmen als unerlässlich. Hierbei spielt nach Ansicht der Expertinnen und Experten u.a. die Züchtung von Kulturpflanzen, die gegenüber Trockenheit, Krankheiten und Schaderregern resistent sind, eine zentrale Rolle. Die **Heterogenität** in der Land- und Ernährungswirtschaft kann die Resilienz zusätzlich erhöhen, macht aber auch die Planung und Umsetzung von Kriseninterventionsmassnahmen anspruchsvoller. Solche Massnahmen sind daher ganzheitlich zu planen und an die bestehenden Gegebenheiten anzupassen.

Résumé

Sécurité alimentaire de la Suisse en 2023 – événements et développements actuels

La sécurité alimentaire d'un pays peut être influencée positivement ou négativement par différents facteurs. Des conflits tels que la guerre en Ukraine peuvent perturber les chaînes d'approvisionnement, du moins à court terme. A long terme, c'est le changement climatique, avec ses différentes incidences géographiques, qui est l'un des enjeux les plus importants. Par ailleurs, les technologies permettant une irrigation plus efficace dans la production végétale ou des relations commerciales stables, par exemple, peuvent avoir un impact positif sur la sécurité alimentaire.

La Suisse étant un importateur net de produits agricoles, il est essentiel de conserver une vue d'ensemble des événements et des tendances qui peuvent jouer un rôle pour l'approvisionnement dans le domaine de l'alimentation. C'est pourquoi Agroscope établit chaque année, sur mandat du domaine Alimentation de l'Approvisionnement économique du pays (AEP), un rapport sur la sécurité d'approvisionnement de la Suisse. La présente version se base sur des analyses de données et de littérature ainsi que sur une enquête interne auprès d'experts membres de l'organisation de milice du domaine Alimentation de l'AEP. Le rapport présente la situation au milieu de l'année 2023.

Au **niveau mondial**, les prix des denrées alimentaires sont un indicateur important de la situation de l'approvisionnement. Après une forte hausse à partir du deuxième semestre 2020, les prix de certaines denrées alimentaires sont revenus à leur niveau d'avant la guerre en Ukraine. En ce qui concerne les surfaces agricoles dans le monde, on constate un léger recul de la surface totale, avec une tendance à la hausse des surfaces cultivées. En raison de la croissance démographique, on observe toutefois que la surface agricole disponible par habitant dans le monde est en constante diminution. Grâce à l'augmentation de la productivité, la production mondiale de produits agricoles continue cependant d'afficher une tendance positive, de sorte que l'offre sur le marché mondial peut être considérée comme stable, du moins à court et à moyen terme. Cette situation suppose toutefois une disponibilité constante des moyens de production agricole, comme les semences et l'énergie. En outre, cela suppose également que les événements météorologiques extrêmes, tels que la chaleur et la sécheresse, soient les moins fréquents possible à long terme.

Dans **l'Union européenne (UE)**, les prix de l'énergie restent à un niveau élevé, ce qui a notamment entraîné une hausse des prix des denrées alimentaires. Même si la sécheresse persistante dans certaines régions d'Europe pose des défis importants à l'agriculture, l'approvisionnement en produits agricoles peut être considéré comme assuré à la fin du premier semestre de l'année 2023. Afin d'améliorer la prévention, la réaction et la résilience face aux facteurs susceptibles d'avoir un impact négatif sur la sécurité alimentaire, l'UE a intensifié la gestion stratégique des crises.

La **Suisse** n'a pas été ou n'est pas aussi fortement touchée par l'inflation que ses voisins par exemple. Néanmoins, les prix des denrées alimentaires ont également augmenté en Suisse entre 2021 et 2022. La canicule de l'été 2022 a mis la production végétale à rude épreuve en raison du manque d'eau. Toutefois, l'année 2022 est considérée comme une bonne année pour la production végétale en termes de qualité et de rendement. La poursuite de la croissance économique en Suisse devrait entraîner à l'avenir également une augmentation de la population du fait de l'immigration générée par le besoin de main-d'œuvre. Or, les surfaces agricoles ont tendance à diminuer. Par conséquent, la surface agricole disponible par habitant diminue elle aussi. C'est, avec le changement climatique, un enjeu majeur pour la sécurité alimentaire de la Suisse à l'avenir.

Les expertes et experts de l'AEP considèrent donc qu'il est important de gérer de manière durable les ressources disponibles telles que la terre, l'eau et l'énergie. Le respect des principes de **l'économie circulaire** peut aider l'agriculture et la filière alimentaire à préserver les ressources en réduisant leur consommation, en les réutilisant ou en les recyclant. En ce qui concerne le **changement climatique** et la pression exercée sur la production agricole due à des événements météorologiques extrêmes tels que la sécheresse ou le gel tardif, ou encore la **propagation d'organismes nuisibles**, les expertes et experts de l'AEP considèrent qu'il est indispensable d'explorer et de mettre en œuvre efficacement des mesures pour s'adapter et atténuer les effets négatifs. Selon eux, la sélection de plantes cultivées résistantes à la sécheresse, aux maladies et aux organismes nuisibles joue notamment un rôle central à cet égard. **L'hétérogénéité** dans l'agriculture et la filière alimentaire peut en outre augmenter la résilience, mais rend aussi plus complexe la planification et la mise en œuvre des mesures d'intervention en cas de crise. De telles mesures doivent donc être planifiées de manière globale et adaptées aux conditions présentes.

Summary

Swiss Food Security 2023 – Current Events and Trends

The food security of a country can be positively or adversely affected by a number of factors. Conflicts such as the war in Ukraine can disrupt supply chains, at least in the short term. In the long term, climate change with its various land use effects is one of the most significant challenges. On the other hand, more efficient crop irrigation technologies or reliable trade relations can have positive impacts on food security.

As a net importer of agricultural products, it is vital for Switzerland to keep track of events and trends in the food sector that could potentially impact supply. Agroscope therefore publishes an annual report on behalf of the Foodstuffs Division of the Federal Office for National Economic Supply (FONES). The present version is based on data and literature analyses as well as on an internal expert survey of senior staff in the FONES Foodstuffs Division. The report illustrates the situation as at mid-2023.

On a **global level**, food prices are a key indicator of the supply situation. After rising sharply from mid-2020, the prices of some food products have fallen back to pre-Ukraine war levels. In terms of global agricultural area, there has been a slight decline in total area with a trend towards more arable land. Due to population growth, however, the globally available agricultural area per capita is continually shrinking. But thanks to productivity growth, global production of agricultural products continues to show a positive trend, so that supply on the world market can be assessed as stable, at least in the short to medium term. This assessment does presuppose the constant availability of agricultural inputs such as seeds and energy. It also assumes a limited incidence of long-term extreme weather events such as heat and drought.

In the **European Union (EU)**, energy prices remain high, with effects including rising food prices. Even though the ongoing drought in some regions of Europe poses major challenges for agriculture, the supply of agricultural products can be deemed secure as at mid-2023. To improve prevention, response and resilience in the face of factors that may adversely affect food security, the EU has stepped up its strategic crisis management.

Switzerland continues to be less affected by inflation than its neighbours. Despite this, food prices rose here too between 2021 and 2022. The hot, dry summer of 2022 posed major challenges, especially for crop production, due to water shortages. But 2022 nevertheless proved a successful year for crop production in terms of quality and yields. Switzerland's continuing economic growth is expected to lead to future population growth through immigration, due to the demand for labour. However, the trend in agricultural land area is downward. The associated decline in available agricultural land per capita, together with climate change, poses a key challenge in terms of Switzerland's future food security.

The FONES experts therefore consider it important to practise sustainable use of available resources such as land, water and energy. **Circular economy** approaches can help the agriculture and food sectors to conserve resources by reducing consumption or through reuse or recycling. In light of **climate change** and the associated pressure on agricultural production due to extreme weather events such as droughts or late frosts, combined with the **spread of pests**, the FONES experts consider it essential to research and effectively implement adaptation and mitigation measures. They believe that the breeding of crops resistant to drought, diseases and pests has a key role to play here. **Heterogeneity** in the agriculture and food sector can further boost resilience, but also makes the planning and implementation of crisis intervention measures more challenging. Such measures should therefore be planned holistically and geared to the prevailing conditions.

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Ziele

Verschiedene Faktoren können die Ernährungssicherheit eines Landes positiv oder negativ beeinflussen. So können beispielsweise neue Technologien und nachhaltigere Wirtschaftsweisen dabei helfen, den Bedarf an importierten Produktionsmitteln zu reduzieren und eine resilientere Landwirtschaft zu ermöglichen. Demgegenüber können sich zum Beispiel klimatische Veränderungen und eine dadurch begünstigte Ausbreitung von Schaderregern negativ auf die Landwirtschaft auswirken. Wenn ein Land Abhängigkeiten beim Import von Produktionsmitteln und Agrargütern aufweist, so ist es zudem wichtig, die Verwundbarkeiten in den Herkunftsländern zu kennen, um die Stabilität der Handelsströme einschätzen zu können.

Dementsprechend ist es das Ziel dieses Berichts, die Entwicklung und den aktuellen Stand der Ernährungssicherheit der Schweiz für das Jahr 2023 zu beurteilen. Hierzu werden zunächst in Kapitel 2 die Versorgungssicherheit weltweit, die Versorgungssicherheit innerhalb der Europäischen Union (EU) als wichtigste Handelspartnerin für Agrargüter sowie die Versorgungssicherheit innerhalb der Schweiz dargestellt. Dies geschieht anhand von Zeitreihen zu Produktion, Handel und Lagerbeständen von wichtigen Agrargütern. Die Zeitreihen zu Produktion, Handel und Lagerbeständen für die Welt, für die EU und für die Schweiz basieren auf einer einheitlichen Datenbasis (OECD-FAO Agricultural Outlook 2022–2031). Zusätzlich werden klimatische Veränderungen, Preisentwicklungen von Agrargütern und Entwicklungen von landwirtschaftlichen Flächen aufgezeigt. Die Präsentation dieser Entwicklungen wird um aktuelle Einschätzungen aus der Fachliteratur ergänzt. In Kapitel 3 werden die folgenden vier besonderen Herausforderungen als Spezialthemen aufgegriffen: Kreislaufwirtschaft; heterogene Strukturen; Schaderregerausbreitung; Klimawandel und Trockenheit. Kapitel 4 enthält abschliessend eine Diskussion und ein Fazit.

1.2 Methodik und Vorgehensweise

Um die Ernährungssicherheit der Schweiz zu beurteilen, werden sowohl quantitative als auch qualitative Einschätzungen verwendet. Quantitative Entwicklungen werden hierbei aus der Literatur bzw. öffentlich zugänglichen Quellen (Datenbanken und Statistiken) übernommen oder auf Basis von öffentlich zugänglichen Daten selbst berechnet. Grundlage waren die mit Stand Anfang Juni 2023 aktuellsten Quellen. Da sich der Publikationszeitpunkt der Daten je nach Organisation bzw. Quelle unterscheidet, beziehen sich einige Daten entsprechend auf etwas weiter zurückliegende Zeiträume. Qualitative Einschätzungen basieren auf wissenschaftlicher und fachbezogener Literatur sowie auf Expertenbefragungen. Letztere erfolgten vorwiegend unter den Mitgliedern des Fachbereichs Ernährung der WL. Die Expertinnen und Experten der WL benannten versorgungrelevante Themen und schätzten deren Relevanz ein. Der Bericht wurde von der Fachbereichsleitung Ende August 2023 verabschiedet.

2 Beurteilung der Versorgungssituation im Ernährungsbereich

Die in diesem Kapitel aufgezeigten Zeitreihen zu Produktion, Handel und Lagerbeständen für die Welt, für die EU und für die Schweiz stammen aus dem OECD-FAO Agricultural Outlook 2022–2031 (OECD-FAO, 2022). Diese enthalten neben der vergangenen Entwicklung (verfügbar sind Daten bis 2021) zudem eine Abschätzung der zukünftigen Entwicklung (2022 bis 2031). Diese Abschätzung basiert auf Modellprojektionen. Hierbei werden Annahmen zu zukünftigen Entwicklungen hinsichtlich Gesamtwirtschaft, Politik, Konsum, Produktion, Handel und Preisen getroffen. Die prognostizierten Entwicklungen von Produktion, Handel und Lagerbeständen sind von diesen Annahmen abhängig und daher mit Unsicherheiten behaftet. Die COVID-19-Pandemie hat bei den gesamtwirtschaftlichen Annahmen zu einer zusätzlichen Unsicherheit geführt. Dementsprechend sind die prognostizierten Entwicklungen mit Vorsicht zu interpretieren. Es ist zudem darauf hinzuweisen, dass die Gründe für spezifische Entwicklungen in diesem Bericht nicht dargestellt werden können. Dementsprechend werden die vergangenen und zukünftigen Entwicklungen lediglich beschrieben. Für eine ausführlichere Darstellung der Projektionen sei auf den OECD-FAO Agricultural Outlook 2022–2031 verwiesen.

2.1 Versorgungssituation weltweit

a) Entwicklung von Flächen, Temperaturen und Preisen

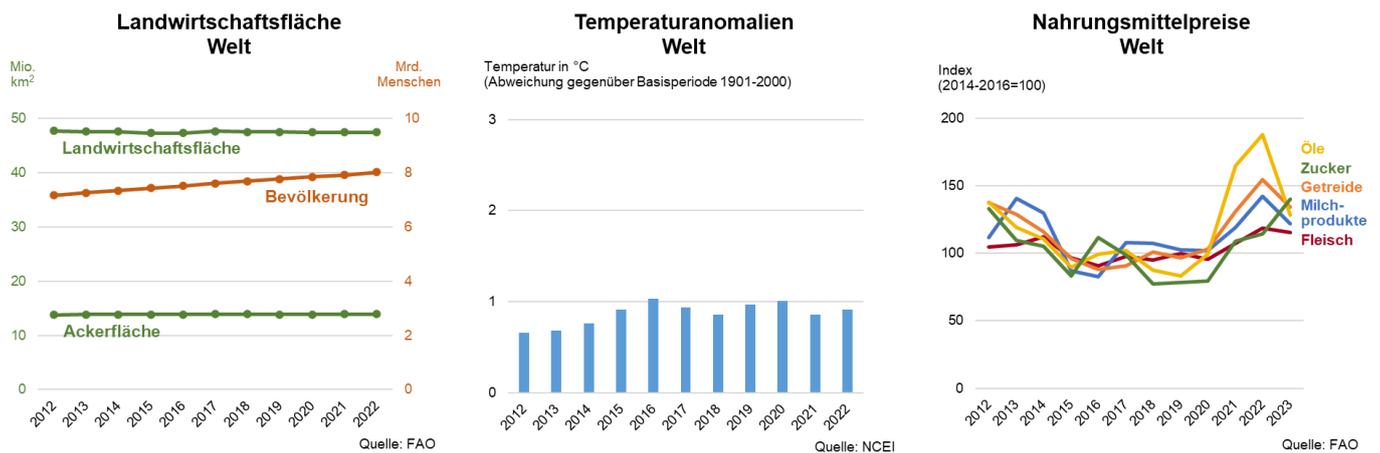


Abbildung 1 zeigt zunächst globale Indikatoren zur Nahrungsmittelversorgung.

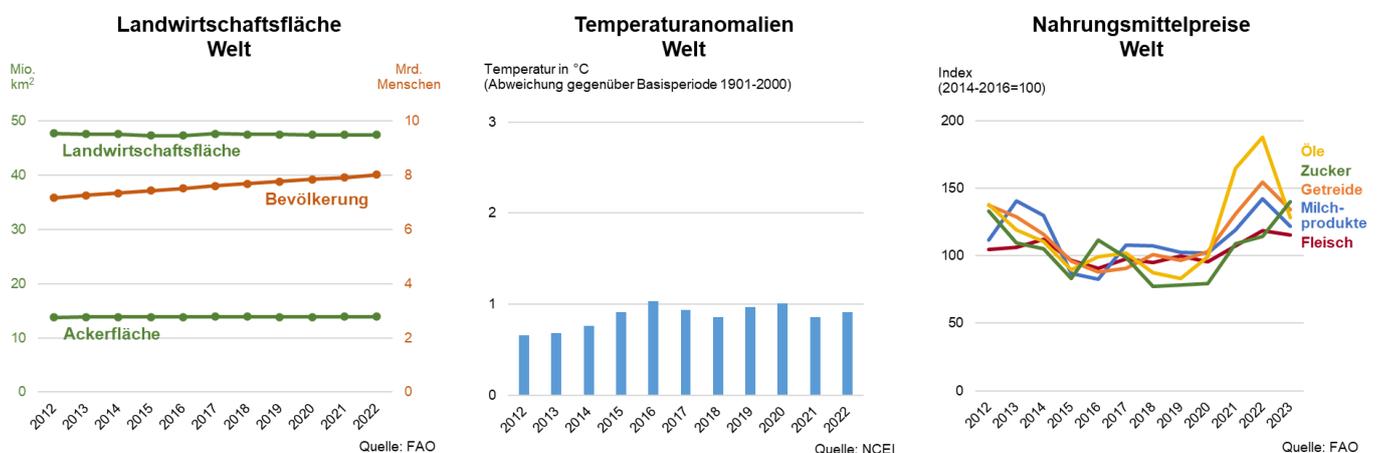


Abbildung 1: Globale Indikatoren zu Landwirtschaftsflächen, Temperaturanomalien und Nahrungsmittelpreisen.

Die global verfügbare **Landwirtschaftsfläche** zeigt eine leicht sinkende Tendenz, wobei der Anteil an ackerbaulich genutzter Fläche leicht zunimmt. Weil die Weltbevölkerung gleichzeitig konstant wächst, sinkt die global verfügbare

Fläche pro Kopf laufend. Der Produktivitätszuwachs in der Landwirtschaft hat trotz dieses Rückgangs dazu geführt, dass Lebensmittel global im ausreichenden Mass vorhanden sind (U.S. Department of Agriculture, 2022).

Viele Indikatoren zu globalen oder regionalen **Lufttemperaturen** weichen regelmässig von den langjährigen Durchschnittswerten ab. So war die globale Oberflächentemperatur im Jahr 2022 um 0.9°C höher als in der Referenzperiode (1901-2000). Vor allem Europa, subtropische und tropische Länder in Südostasien, Zentral-China sowie die Polarregionen waren im Jahr 2022 von Rekordtemperaturen gezeichnet (Copernicus Climate Change Service, 2023).

Infolge des Kriegs in der Ukraine erhöhten sich die **Preise** für Energie, Dünger und Pflanzenschutzmittel im Jahr 2022 weltweit massiv (McClure, 2022). Gleichzeitig konnten Agrarprodukte nicht im gewohnten Umfang bzw. nur zeitlich verzögert aus der Ukraine ausgeführt werden (Martyshev et al., 2023). Neben den damals noch bestehenden Störungen von Lieferketten aufgrund des COVID19-Lockdowns führten diese Entwicklungen dazu, dass auch die Preise für Grundnahrungsmittel wie pflanzliche Öle, Zucker, Getreide, Milch und Fleisch im Jahr 2022 nochmals deutlich anstiegen. Auch wenn der Krieg in der Ukraine im Jahr 2023 weiterhin spürbare Auswirkungen auf die Weltwirtschaft hatte, so konnten sich viele entwickelte Volkswirtschaften an die Herausforderungen anpassen, beispielsweise durch Lieferantenwechsel im Bereich Energie (Demrovsky, 2023). Folglich sanken die Preise für pflanzliche Öle, Getreide, Milch und Fleisch im Jahr 2023 leicht. Weiterhin ansteigende Preise waren für Zucker und – innerhalb des Getreides – für Reis zu verzeichnen. Aufgrund der Ertragsprognosen für 2023 wird mit Ausnahme von Zucker eine Entspannung der globalen Versorgungslage erwartet. Allerdings bleibt die Verletzlichkeit der Ernährungssysteme im Umfeld zunehmender Extremwetterereignisse und geopolitischer Spannungen bestehen. Störungen können das labile Gleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage rasch beeinträchtigen und zu höheren Preisen und abnehmender weltweiter Ernährungssicherheit führen (FAO, 2023).

b) Entwicklung von Produktion, Handel und Lagerbeständen

In Abbildung 2 sind globale Indikatoren zu Produktion, internationalem Handel (Exporte) und Lagerbeständen für ausgewählte Produkte aus Landwirtschaft und Fischerei dargestellt. Die tatsächliche (vergangene) Entwicklung dieser Indikatoren ist für die Jahre 2012–2021 aufgezeigt, die prognostizierte (erwartete zukünftige) Entwicklung für die Jahre 2022–2031.

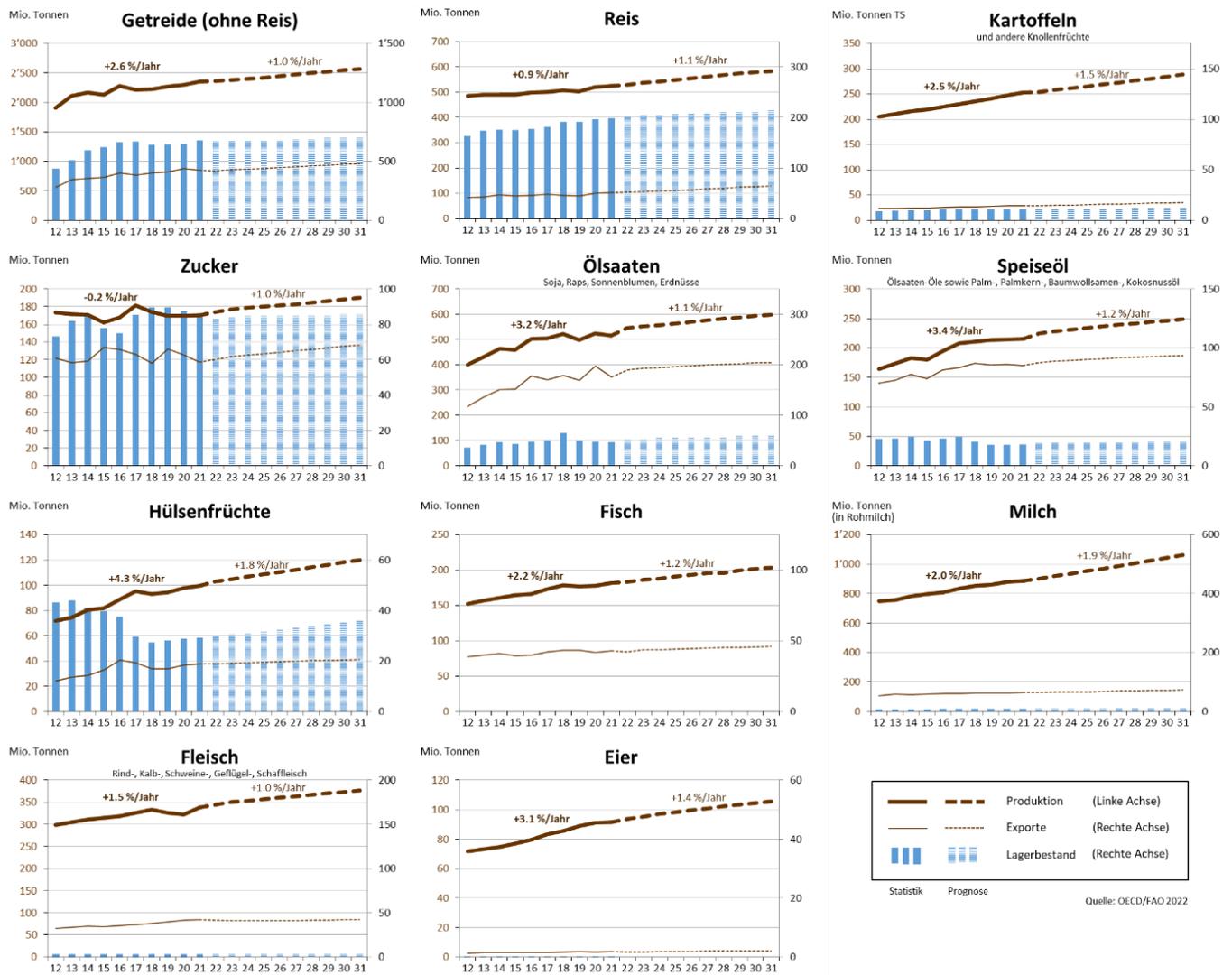


Abbildung 2: Globale Indikatoren zu Produktion, internationalem Handel (Exporte) und Lagerbeständen für ausgewählte Produkte aus Landwirtschaft und Fischerei.

Der Produktivitätszuwachs in der Landwirtschaft äussert sich in einer steigenden **Produktion**. Bei den pflanzlichen Produkten war lediglich die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate in der Zuckerproduktion zwischen 2012–2021 mit -0.2 % leicht negativ. In Zukunft ist bei Zucker allerdings von einer positiven durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 1.0 % auszugehen. Für die übrigen pflanzlichen Produkte bewegte sich die jährliche durchschnittliche Wachstumsrate in der Vergangenheit zwischen 0.9 % (Reis) und 4.3 % (Hülsenfrüchte). In Zukunft könnten die durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten in der pflanzlichen Produktion geringer ausfallen. Zucker und Getreide weisen hierbei mit 1.0 % die geringste durchschnittliche jährliche Wachstumsrate auf und Hülsenfrüchte mit 1.8 % die höchste. Der aktuelle Stand der Produktion zu den vier Kulturen Weizen, Mais, Reis und Soja wird als Reaktion auf die Nahrungsmittelpreissprünge während der Finanzkrise 2008/2009 mittels des Agricultural Market Information System (AMIS) veröffentlicht. Mit Stand von Mitte 2023 zeigte sich ein gemischtes Bild der weltweiten Produktionsbedingungen: Während einige Regionen aufgrund von Trockenheit oder Nässe mit Ertragsrückgängen rechnen mussten (Argentinien, Spanien, Indien, China), waren die Ernteaussichten in anderen Regionen günstig (Nordeuropa, Brasilien, Türkei). Insgesamt wurden gegenüber der Vorjahressaison leicht rückläufige Produktionsmengen bei Weizen und Reis und leicht höhere Mengen bei Mais und Soja erwartet (Agricultural Market Information System, 2023).

Die Produktion von tierischen Produkten aus Landwirtschaft und Fischerei verzeichnete zwischen 2012–2021 durchwegs positive Wachstumsraten. Die geringste durchschnittliche jährliche Wachstumsrate wies die Produktkategorie Fleisch auf (+1.5 %/Jahr) und Eier die höchste (+3.1 %/Jahr). In Zukunft ist mit vergleichsweise moderaten durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten zu rechnen, die sich zwischen 1.0 % (Fleisch) und 1.9 % (Milch) bewegen könnten. Bei Geflügelfleisch wird weiterhin das stärkste Wachstum erwartet.

Die zunehmende Liberalisierung des internationalen Handels führte dazu, dass auch der globale **Handel** von Agrarprodukten in der Vergangenheit konstant anstieg (Holtman et al., 2022; World Trade Organization, 2023a). Allerdings wird nur ein relativ kleiner Teil der weltweiten Agrarproduktion grenzüberschreitend gehandelt. Bei den pflanzlichen Produkten betrug dieser Anteil zwischen 2012–2021 im Durchschnitt rund 20 %, bei den tierischen Produkten waren es im gleichen Zeitraum im Durchschnitt rund 10 %. Dabei verzeichnete Getreide mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 5.6 % zwischen 2012–2021 den grössten Anstieg im globalen Handel. Hingegen war der Handel von Zucker im gleichen Zeitraum leicht rückläufig (-0.4 %/Jahr). Mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 1.5 % ist allerdings davon auszugehen, dass der Handel von Zucker in Zukunft wieder ansteigen könnte. Bei tierischen Produkten aus der Landwirtschaft erreichten Eier in den letzten Jahren mit 4.3 % die höchste jährliche Wachstumsrate im globalen Handel. Der geringste Anstieg des Handels bei tierischen Produkten war hingegen bei Fisch zu verzeichnen (+ 1.2 %/Jahr). Die Prognosen für den globalen Handel sehen durchweg positiv aus: Die durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten könnten sich zwischen 0.3 % (Fleisch) und 3.1 % (Eier) bewegen. Obwohl zwischen Oktober 2021 und Oktober 2022 ein starker Anstieg von handelsbeschränkenden Massnahmen seitens der Mitglieder der Welthandelsorganisation zu verzeichnen war, ist darauf hinzuweisen, dass im gleichen Zeitraum mehr handelsfördernde Massnahmen erlassen wurden (World Trade Organization, 2023b). Der globale (multi- und bilaterale) Freihandel gilt somit auch in Zukunft als wichtiger Faktor zur Sicherung der globalen Ernährung (World Trade Organization, 2023c).

Zwischen 2012–2021 sind die **Lagerbestände** für Zucker, Getreide, Reis, Kartoffeln und Ölsaaten gestiegen. Dabei konzentrierten sich diese Aufstockungen jedoch teilweise auf wenige bevölkerungsreiche Länder, insbesondere bei Getreide (China) und Reis (Indien und China). Die grösste durchschnittliche Wachstumsrate war bei Weizen zu verzeichnen (+6.1 %/Jahr). Hingegen sanken die Lagerbestände für Speiseöle im Durchschnitt pro Jahr um 2.3 % und die für Hülsenfrüchte um 3.6 %. In Zukunft ist allerdings für alle pflanzlichen Produkte von positiven durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten auszugehen, die sich zwischen 0.3 % (Zucker) und 2.2 % (Hülsenfrüchte) bewegen könnten. Für Fisch und Eier sind keine Daten zu Lagerbeständen verfügbar. Bei Fleisch sanken die Lagerbestände zwischen 2012–2021 im Durchschnitt pro Jahr um 0.4 %. Hingegen stiegen die Lagerbestände für Milchprodukte im Durchschnitt pro Jahr um 2.4 % an. Für beide Produktkategorien ist in Zukunft von positiven jährlichen Wachstumsraten bei den Lagerbeständen auszugehen (Milchprodukte +1.4 %/Jahr und Fleisch +0.7 %/Jahr).

2.2 Versorgungssituation in der Europäischen Union

a) Entwicklung von Flächen, Temperaturen und Preisen

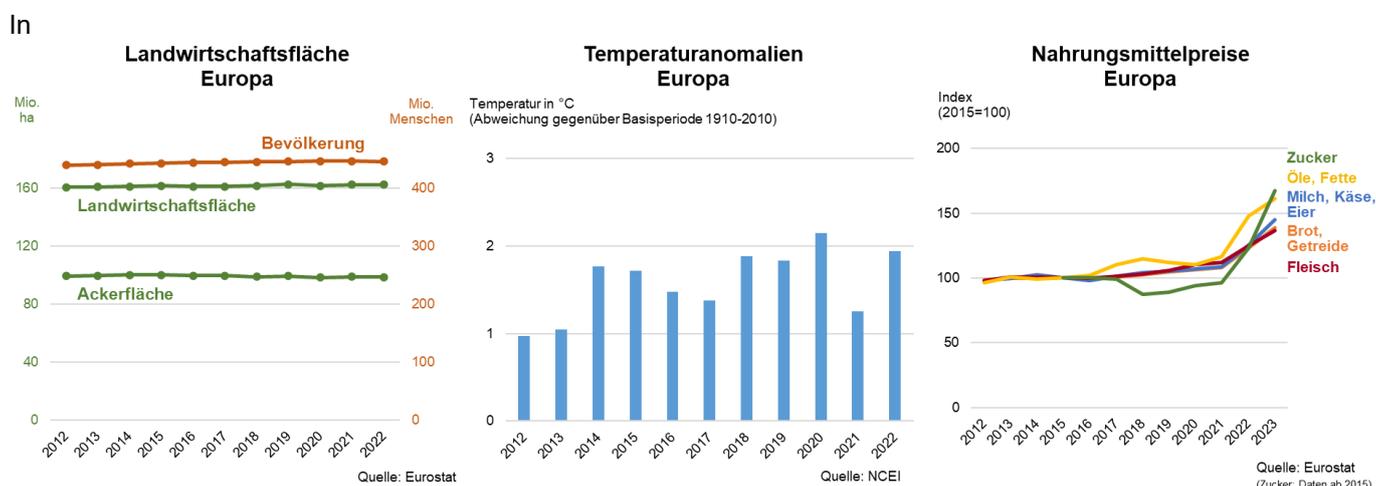


Abbildung 3 werden Indikatoren zu Landwirtschaftsflächen, Bevölkerung, Temperaturanomalien und Nahrungsmittelpreisen für die Europäische Union dargestellt.

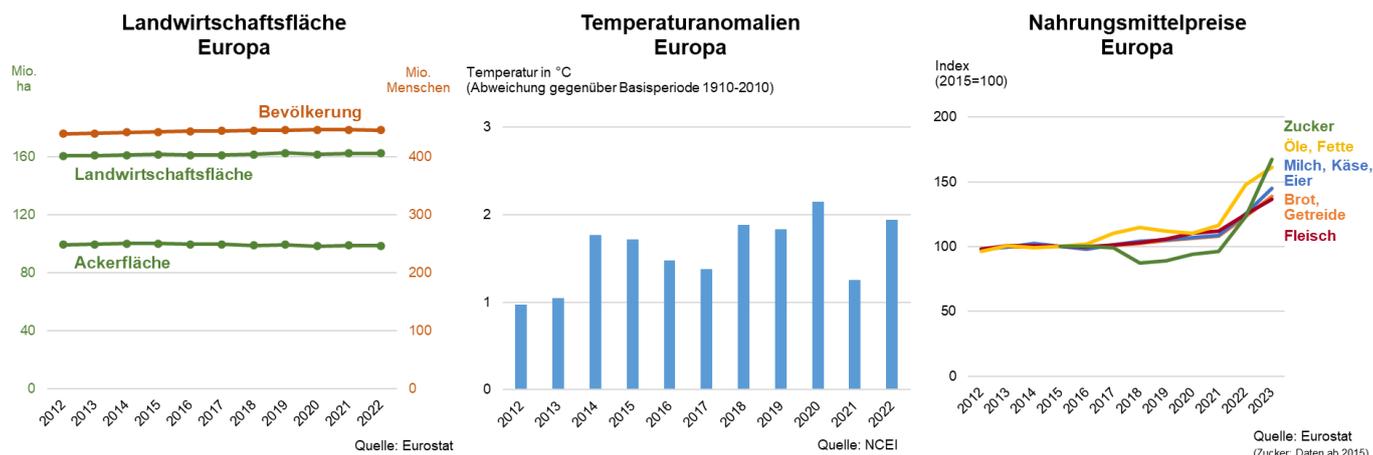


Abbildung 3: Indikatoren zu Landwirtschaftsflächen, Temperaturanomalien und Nahrungsmittelpreisen für die Europäische Union.

Im Gegensatz zur weltweiten Entwicklung wuchs die Bevölkerung innerhalb der EU nur leicht. Projektionen gehen davon aus, dass der Höhepunkt des Bevölkerungswachstums in der EU27 im Jahr 2026 erreicht sein wird. Danach ist von einem Rückgang auszugehen (Eurostat, 2023). Die verfügbare gesamte **Landwirtschaftsfläche** und die Ackerfläche der EU bleiben weiterhin konstant, und es ist anzunehmen, dass das Niveau auch mittelfristig gehalten werden kann (Europäische Union, 2022a).

Das Jahr 2022 kann aufgrund von hohen **Temperaturen** und Extremwetterereignissen auch in Europa als «Jahr der Extreme» bezeichnet werden (Copernicus Climate Change Services, 2022). Im Jahr 2022 war die Oberflächentemperatur in Europa im Vergleich zur Referenzperiode (1910-2010) um 1.9°C höher. Die hohen Temperaturen und die extreme Trockenheit wirkten sich negativ auf die pflanzliche Produktion aus. Die Produktion von Olivenöl war mit einem Rückgang von 39 % in der Saison 2022/2023 besonders stark betroffen (Europäische Union, 2023a). Auch mittelfristig ist in der EU davon auszugehen, dass sich der Klimawandel vor allem auf die Produktion von Ackerkulturen wie z.B. Mais und Weizen leicht negativ auswirken wird. Folglich ist es sehr wahrscheinlich, dass auch deren Preise innerhalb der EU steigen werden (Europäische Union, 2022a).

Die **Nahrungsmittelpreise** für Zucker, Öle und Fette, Milch, Käse und Eier, Brot und Getreide sowie Fleisch stiegen in der EU von Anfang 2022 bis Mitte 2023 deutlich an. Analog zur globalen Ebene ist der Anstieg der Preise in der EU durch Störungen in den Lieferketten und höhere Preise für Produktionsfaktoren wie z.B. Energie bedingt (Europäische Union, 2023a). Die global zu beobachtende leichte Entspannung der Preise zeigt sich auf EU-Ebene jedoch noch kaum. Die zukünftige bzw. mittelfristige Entwicklung der Inflation ist mit hoher Unsicherheit behaftet (Europäische Union, 2022a).

b) Entwicklung von Produktion, Handel und Lagerbeständen

In Abbildung 4 werden Indikatoren zu Produktion, internationalem Handel (Exporte und Importe) und Lagerbeständen für ausgewählte Produkte aus Landwirtschaft und Fischerei für die Europäische Union (EU27) gezeigt. Die tatsächliche (vergangene) Entwicklung dieser Indikatoren wird für die Jahre 2012–2021 präsentiert und die prognostizierte (erwartete zukünftige) Entwicklung für die Jahre 2022–2031.

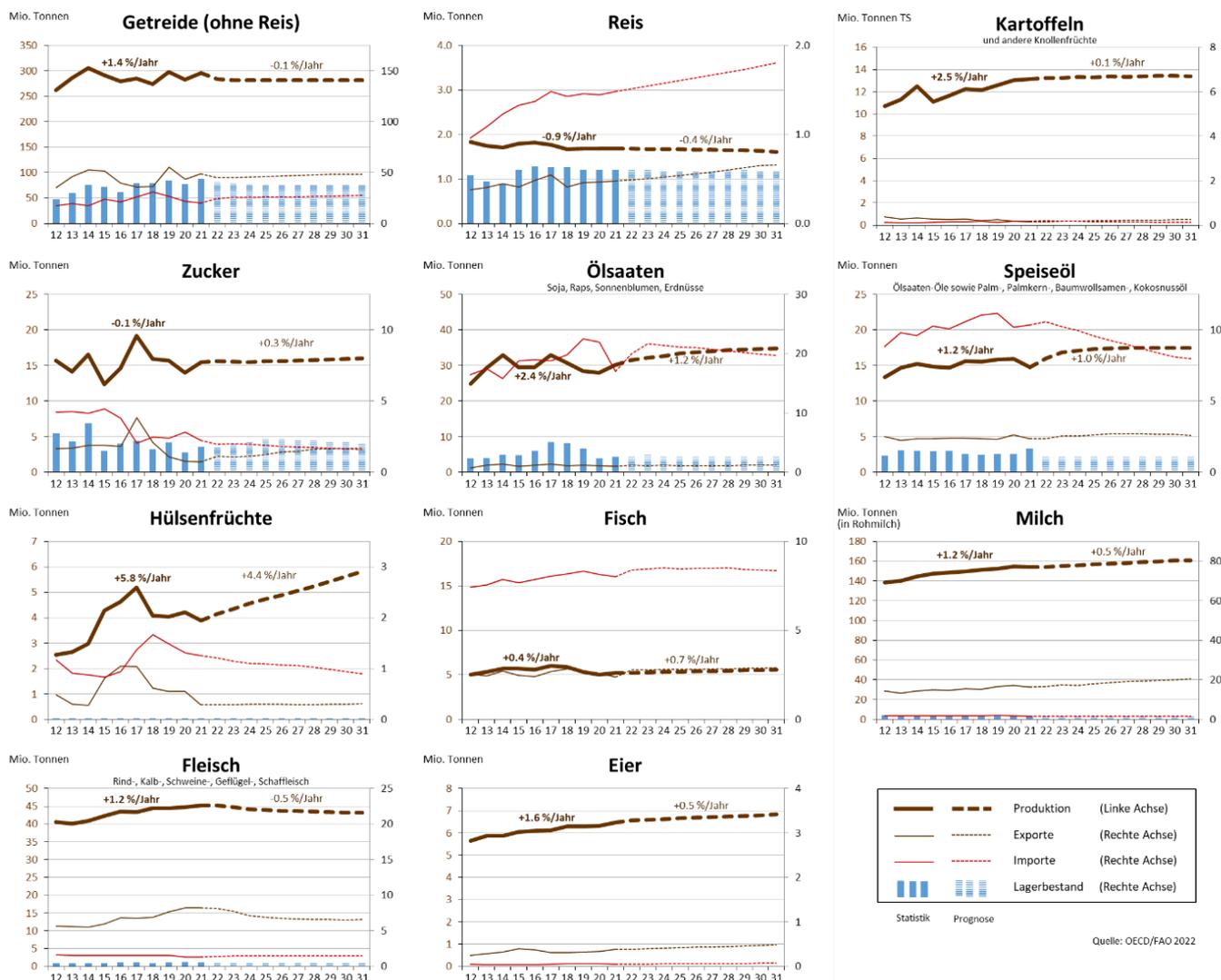


Abbildung 4: Indikatoren zu Produktion, internationalem Handel (Exporte und Importe) und Lagerbeständen für ausgewählte Produkte aus Landwirtschaft und Fischerei für die Europäische Union (EU27).

Die **Produktion** der meisten pflanzlichen Produkte stieg innerhalb der EU zwischen 2012–2021 an. Die Produktion von Hülsenfrüchten wies hierbei mit 5.8 % die höchste durchschnittliche jährliche Wachstumsrate auf, gefolgt von Kartoffeln (+2.5 %/Jahr) und Ölsaaten (+2.4 %/Jahr). Hingegen ging die Produktion von Zucker im Durchschnitt pro Jahr um 0.4 % leicht zurück und die von Reis um 0.1 %. Bis auf Hülsenfrüchte dürften die zukünftigen durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten moderater ausfallen. Während bei Zucker ein leichter Anstieg der Produktion (+0.3 %/Jahr) stattfinden könnte, könnte die Produktion von Getreide und Reis im Durchschnitt pro Jahr um 0.1 % bzw. um 0.4 % leicht sinken. Die Produktion von tierischen Produkten aus Landwirtschaft und Fischerei zeigte durchweg positive durchschnittliche jährliche Wachstumsraten zwischen 2012–2021. Die Produktion von Eiern stieg jährlich im Durchschnitt mit 1.6 % am stärksten an, gefolgt von Fleisch und Milch mit jeweils +1.2 % und Fisch mit +0.4 %. In Zukunft dürfte die Produktion von Fleisch gemäss den OECD-FAO-Projektionen im Durchschnitt pro Jahr um 0.5 % sinken, wohingegen die Produktion der anderen tierischen Produkte weiterhin wachsen dürfte.

Die in diesem Bericht präsentierten Daten für den Handel bzw. die **Exporte** der EU von Agrarprodukten beziehen sich auf den Handel mit Ländern ausserhalb der EU (extra-EU-Handel) und somit nicht auf den Handel der Länder innerhalb der EU (intra-EU-Handel). Der Handel mit Agrarprodukten innerhalb der EU-Länder ist ungefähr drei Mal so hoch wie der Handel mit Ländern ausserhalb der EU (Piglowski, 2021). Die Produktgruppe Getreide ist mengenmässig am bedeutendsten für den extra-EU-Handel (Europäische Union, 2023a). Die Exporte von Getreide in Länder ausserhalb der EU stiegen zwischen 2012–2021 im Durchschnitt um 4.4 % pro Jahr an. Die Exporte aller anderen pflanzlichen Produkte waren mengenmässig vergleichsweise von geringerer Bedeutung für den extra-EU-Handel. Bis auf Reis waren für alle übrigen Agrarprodukte zwischen 2012–2021 abnehmende Exporte zu beobachten. Es ist allerdings davon auszugehen, dass Exporte für alle pflanzlichen Produktkategorien in Zukunft positive

durchschnittliche Wachstumsraten aufweisen könnten. Während die Getreideexporte in Zukunft im Durchschnitt pro Jahr um 0.9 % ansteigen könnten, ist es möglich, dass sich die Exporte von Zucker nach dem starken Rückgang in den vergangenen Jahren erholen und im Durchschnitt pro Jahr um 6.1 % erhöhen. Allerdings, wie oben bereits angemerkt, sind die Exporte von Zucker bzw. allen anderen Produkten im Vergleich zu Getreide mengenmässig eher unbedeutend. Die Exporte von tierischen Produkte stiegen zwischen 2012–2021 an. Der grösste durchschnittliche jährliche Zuwachs war mit 5.1 % bei Fleisch zu beobachten. In Zukunft ist parallel zu den Produktionsmengen mit sinkenden Fleischexporten und steigenden Exporten der übrigen tierischen Produkte zu rechnen.

Auf der **Importseite** war bei Reis zwischen 2012–2021 mit 6.0 % der stärkste jährliche durchschnittliche Anstieg zu verzeichnen, gefolgt von pflanzlichen Ölen (+1.9 %/Jahr), Getreide (+1.8 %/Jahr), Hülsenfrüchten (+0.8 %/Jahr) und Ölsaaten (+0.4 %/Jahr). Die Importe von Kartoffeln waren mengenmässig unbedeutend und die von Zucker rückläufig (-5.2 %/Jahr). In Zukunft wird davon ausgegangen, dass die Importe in die EU für die meisten pflanzlichen Produkte leicht rückläufig sein könnten. Lediglich die Importe von Reis (+2.1 %/Jahr) und Getreide (+1.6 %/Jahr) könnten in Zukunft steigen, wohingegen die Importe von Kartoffeln mengenmässig wahrscheinlich weiterhin unbedeutend bleiben werden. Die Importe von Milch, Fleisch und Eiern waren zwischen 2012–2021 mengenmässig ebenfalls unbedeutend, und es ist davon auszugehen, dass dies auch in Zukunft der Fall sein könnte. Die Importmengen von Fisch waren in der Vergangenheit mengenmässig vergleichsweise bedeutender. Allerdings verzeichneten diese mit 0.9 % nur einen leichten durchschnittlichen jährlichen Anstieg. In Zukunft kann davon ausgegangen werden, dass die Fischimporte unverändert bleiben (+0.0 %/Jahr).

Bei den pflanzlichen Produkten war für Getreide der grösste prozentuale Anstieg der **Lagerbestände** zu beobachten. Die Lagerbestände für Getreide sind zwischen 2012–2021 im Durchschnitt um 9.0 % pro Jahr angewachsen. Für Reis, pflanzliche Öle, Ölsaaten waren ebenfalls steigende Lagerbestände zu verzeichnen. Hingegen sanken die Lagerbestände für Zucker im Durchschnitt um 4.0 % pro Jahr. Für Kartoffeln und Hülsenfrüchte sind keine Daten verfügbar. In Zukunft könnten die Lagerbestände für Getreide, Reis und pflanzliche Öle leicht sinken, während die Lagerbestände für Zucker, Ölsaaten und Hülsenfrüchte leicht ansteigen könnten. Die Lagerbestände für Fleisch und Milchprodukte waren im Vergleich zur Produktion marginal, wovon auch in Zukunft auszugehen ist. Für Fisch und Eier sind ebenfalls keine Daten zu Lagerbeständen verfügbar.

Die EU weist nach wie vor einen hohen Selbstversorgungsgrad und damit eine hohe Ernährungssicherheit für die eigene Bevölkerung auf (Europäische Union, 2022a; Europäische Union, 2023a). Verschiedene Faktoren wie z.B. Klimawandel, Umweltverschmutzung, Biodiversität, Handel, Konflikte oder Preise für Energie könnten deren Ernährungssicherheit jedoch negativ beeinflussen (Europäische Union, 2023b). Dementsprechend erachtet es die EU als essentiell, **strategisches Krisenmanagement** zu betreiben (Europäische Kommission, Generaldirektion Forschung und Innovation, 2022). Um Prävention, Reaktion und Resilienz gegenüber diesen Faktoren zu verbessern, wurden der EU-Politik von Seiten der Wissenschaft die folgenden sechs Empfehlungen unterbreitet:

1. Einen ganzheitlichen Ansatz zum Krisenmanagement entwickeln, um Synergien zu maximieren und Kompromisse und Barrieren über Technologien, Regulierungs- und Marktmassnahmen sowie über soziale und verhaltensbezogene Veränderungen hinweg zu vermeiden;
2. Die Governance auf dem Gebiet des strategischen Krisenmanagements stärken;
3. Kritische Infrastrukturen gegenüber Kaskadeneffekten resilienter machen;
4. Bestehende EU-Finanzinstrumente und -ressourcen so gestalten, dass sie leichter skalierbar, rasch einsatzbereit und effizient sind;
5. Eng mit der Gesellschaft zusammenarbeiten, um Krisen wirksam zu bewältigen;
6. Interoperable, hochwertige Daten und leicht vermittelbare Informationen für das Krisenmanagement bereitstellen.

2.3 Versorgungssituation in der Schweiz

a) Entwicklung von Flächen, Temperaturen und Preisen

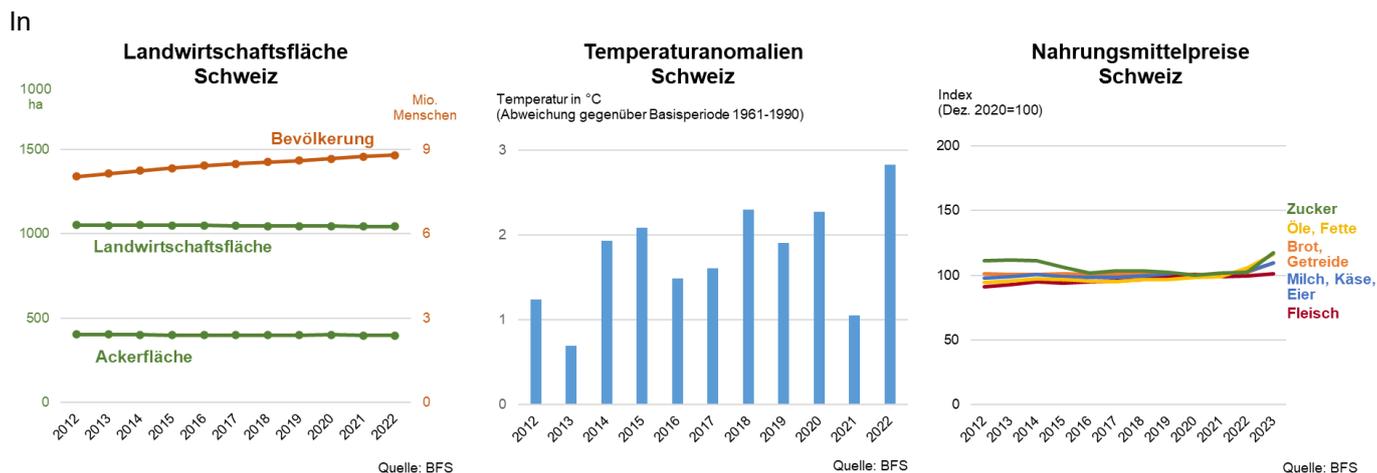


Abbildung 5 werden Indikatoren zu Landwirtschaftsflächen, Bevölkerung, Temperaturanomalien und Nahrungsmittelpreisen für die Schweiz dargestellt.

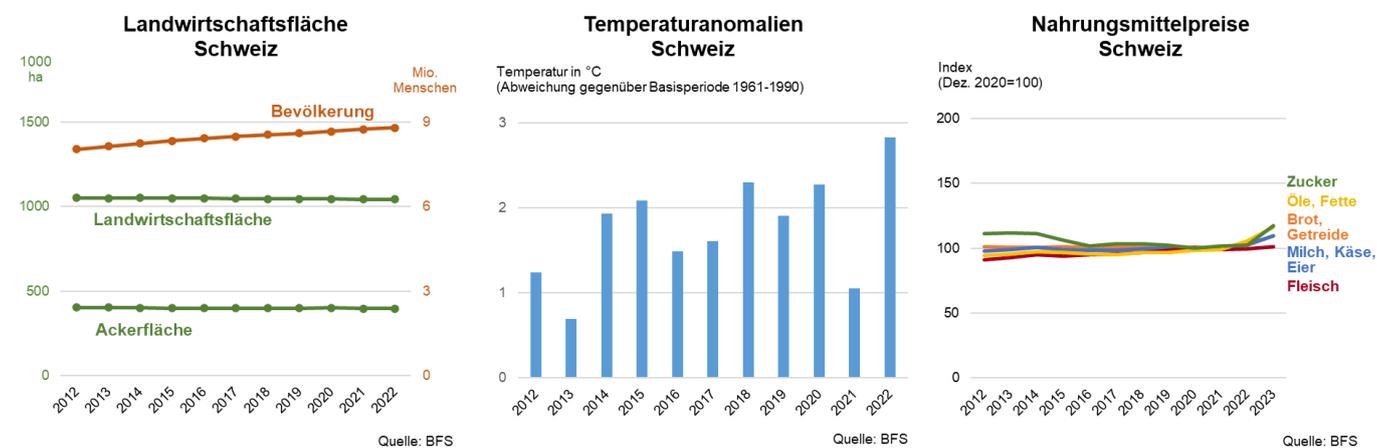


Abbildung 5: Indikatoren zu Landwirtschaftsflächen, Temperaturanomalien und Nahrungsmittelpreisen für die Schweiz.

Zwischen den Jahren 2012–2022 sind die **Landwirtschaftsflächen** in der Schweiz zugunsten von Siedlungen und Wäldern stetig zurückgegangen (Bundesamt für Statistik, 2023a). Immerhin ist bezüglich der für die Versorgungssicherheit wichtigeren Ackerfläche seit längerer Zeit ein prozentual geringerer Rückgang zu verzeichnen. Das Bevölkerungswachstum hält hingegen an. Gemäss Schätzungen könnte die 10-Millionen-Marke im Jahr 2035 erreicht werden (Schätzungen aus Szenario «hoch»; Kohli, 2020). Die verfügbare Landwirtschaftsfläche pro Person wird somit auch in Zukunft sinken.

Auch in der Schweiz ist es in allen Landesteilen deutlich wärmer als noch zu Messbeginn im Jahr 1864. Neun der zehn wärmsten Jahre lagen im 21. Jahrhundert (National Centre für Climate Services, 2022). Im Jahr 2022 lag die durchschnittliche **Lufttemperatur** um 2.8°C über dem Durchschnitt der Referenzperiode (1961–1990). Dementsprechend war 2022 das wärmste Jahr in der Schweiz seit Messbeginn. Es war geprägt durch Niederschlagsmangel und viel Sonnenschein (Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, 2023).

Die **Nahrungsmittelpreise** in der Schweiz haben sich im Vergleich zur Entwicklung in der EU deutlich weniger stark erhöht, obwohl die Produktionskosten in der Landwirtschaft im Jahr 2022 aufgrund hoher Preise für Produktionsmittel nochmals gestiegen sind und sich die Produzentenpreise bei einigen Kulturen wie den Ölsaaten deutlich erhöht haben (Bundesamt für Landwirtschaft, 2022a). Die Gründe für die tiefere Inflation liegen vor allem bei der Frankenstärke und – im Bereich der Lebensmittel – bei den bereits vorher hohen Preisen infolge des Grenzschutzes (Frankfurter Allgemeine, 2023).

b) Entwicklung von Produktion, Handel und Lagerbeständen

Abbildung 6 zeigt Indikatoren zu Produktion, internationalem Handel (Importe und Exporte) und Lagerbeständen für ausgewählte Produkte aus Landwirtschaft und Fischerei für die Schweiz. Die tatsächliche (vergangene) Entwicklung

dieser Indikatoren wird für die Jahre 2012–2021 präsentiert und die prognostizierte (erwartete zukünftige) Entwicklung für die Jahre 2022–2031. Die Projektionen basieren, wie bereits in der Einleitung zu Kapitel 2 genannt, auf Annahmen von OECD-FAO. Aus Sicht der Expertinnen und Experten der WL sind diese Produktionsprognosen eher zu optimistisch. Insbesondere dürften sich zunehmende Herausforderungen im Pflanzenschutz und der Trend der konstant abnehmenden verfügbaren Landwirtschaftsfläche negativ auf die Produktionsmengen auswirken.

Für Getreide (-0.2 %/Jahr), Kartoffeln (-0.6 %/Jahr) und Zucker (-1.3 %/Jahr) war die inländische **Produktion** zwischen 2012–2021 leicht rückläufig. Die Ernte von Getreide verzeichnete vor allem im Jahr 2016 aufgrund von wochenlanger Nässe im Frühsommer einen vergleichsweise starken Rückgang (Bundesamt für Statistik, 2017). Hingegen konnte bei Ölsaaten (+3.8 %/Jahr), Speiseölen (+2.7 %/Jahr) und Hülsenfrüchten (+1.4 %/Jahr) ein Produktionszuwachs zwischen 2012–2021 beobachtet werden. Ausser für Getreide (-0.1 %/Jahr) dürften in Zukunft für die anderen pflanzlichen Kulturen positive jährliche Produktionszuwächse zwischen 0.2 % (Zucker und Hülsenfrüchte) und 1.3 % (Speiseöle) zu verzeichnen sein. Anzumerken ist hierbei, dass die OECD-FAO-Prognosen von den Expertinnen und Experten der WL nicht geteilt werden. Bei Zucker sei angesichts der rückläufigen Fläche und des Verbots von Pflanzenschutzmitteln mit weiteren Produktionsrückgängen zu rechnen und bei Kartoffeln bestenfalls mit einem Halten der heutigen Produktion. Die Produktion von Fleisch erhöhte sich zwischen 2012–2021 pro Jahr im Durchschnitt um 0.5 %, die von Eiern sogar um 4.5 %. Hingegen sank die Produktion von Milch im gleichen Zeitraum um 0.8 % pro Jahr, wobei der Rückgang mehrheitlich auf die nicht vermarktete Milch entfiel (Verfütterung an Kälber und Eigenversorgung). Während die Produktion von Fleisch in Zukunft unverändert bleiben könnte, dürfte die Produktion von Eiern weiterhin steigen (+1.3 %/Jahr) und die Milch geringfügig abnehmen (-0.1 %/Jahr).

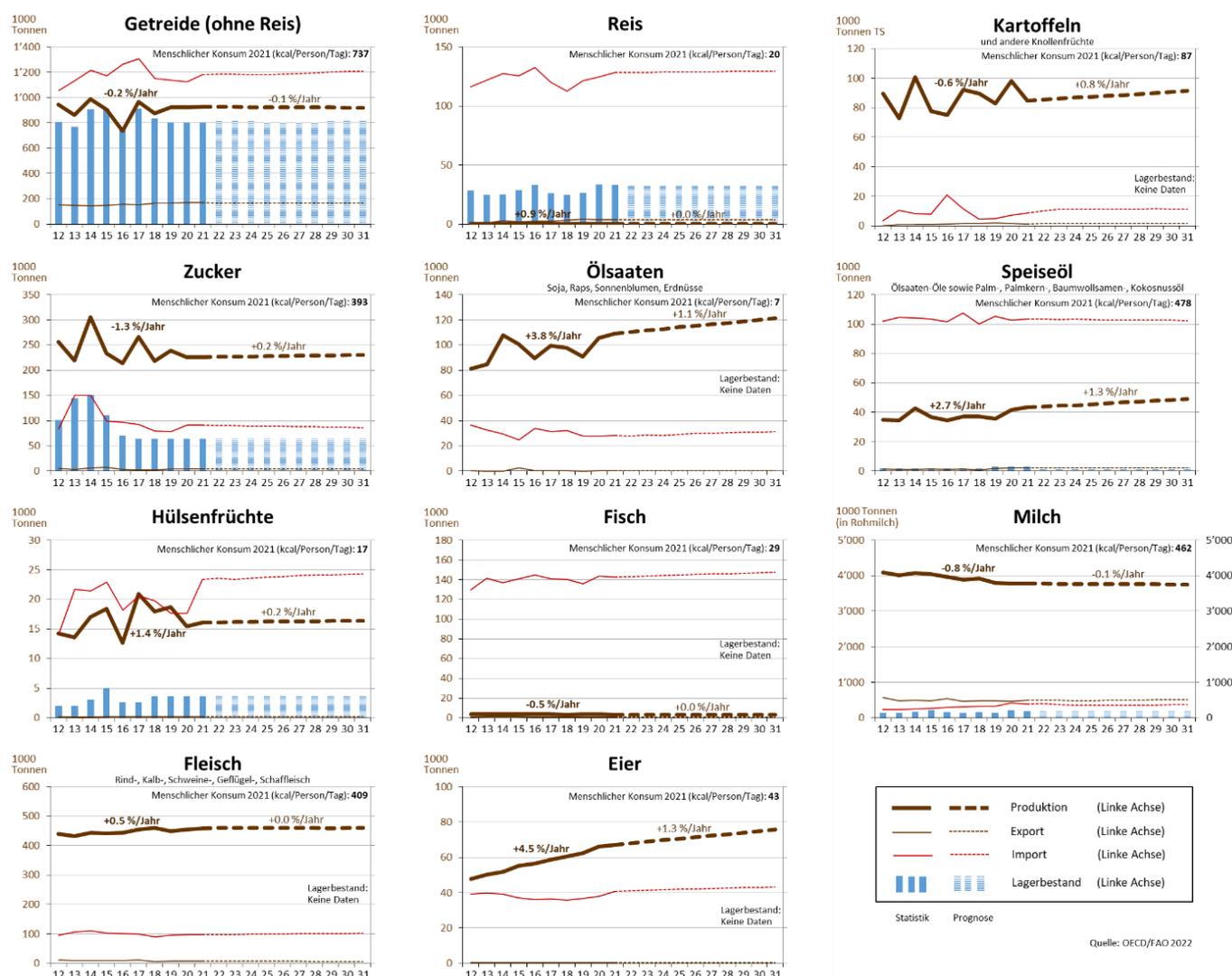


Abbildung 6: Indikatoren zu Produktion, internationalem Handel (Importe und Exporte) und Lagerbeständen für ausgewählte Produkte aus Landwirtschaft und Fischerei für die Schweiz.

tierischen Produktion gegenüber dem Vorjahr auf 7 % begrenzt werden. Die tiefere Inlandproduktion wurde mit höheren Importen und Vorräteentnahmen kompensiert. Der Pro-Kopf-Konsum von tierischen Produkten hat 2021 leicht zugenommen, was mit dem sich wieder erholenden Gastronomie-Bereich nach den Corona-bedingten zeitweisen Schliessungen und dem kurzfristigen Einbruch des Einkaufstourismus im ersten Corona-Lockdown begründet wird.

Die schlechte Inlandernte im Pflanzenbau führte im Jahr 2021 zu einem deutlichen Rückgang des **Brutto-Selbstversorgungsgrads** von 56 % auf 52 %. Unabhängig von diesem wetterbedingten Rückgang ist seit einigen Jahren ein Rückgang des Selbstversorgungsgrads festzustellen. Es ist davon auszugehen, dass diese Tendenz bei unveränderten Konsummustern weiter anhält, vor allem aufgrund des mit der Bevölkerungszahl steigenden Inlandkonsums und der mit dem Klimawandel zu erwartenden Zunahme von Extremereignissen (Agristat, 2022). Für die Ernährungssicherheit ist der Brutto-Selbstversorgungsgrad nur bedingt aussagekräftig, weil er den Bedarf an importierten Produktionsmitteln nicht mitberücksichtigt. Im **Netto-Selbstversorgungsgrad** ist die auf importierten Futtermitteln basierende tierische Produktion abgezogen. Auch dieser Wert liegt im Jahr 2021 mit 45 % infolge der tiefen Futtererträge und dem dadurch erforderlichen Mehrbedarf an Futtermittelimporten deutlich unter den Werten der Vorjahre. Die Veränderungen des Selbstversorgungsgrads wie auch die übrigen Indikatoren in Abbildung 8 weisen jedoch darauf hin, dass die Importabhängigkeit der Schweiz in allen Produktkategorien kontinuierlich zunimmt.

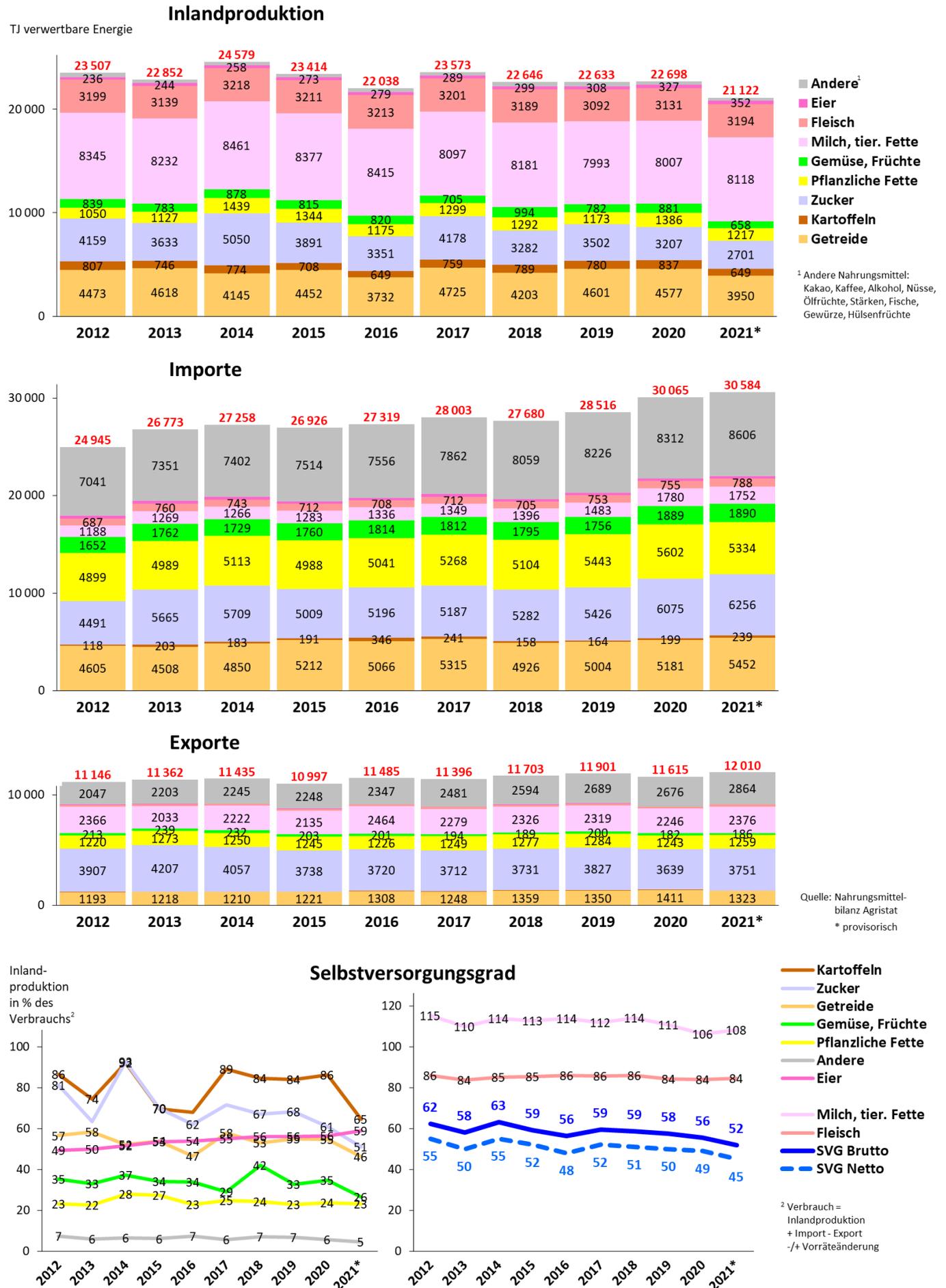


Abbildung 8: Indikatoren zu Nahrungsmittel-Bilanz und Selbstversorgung in der Schweiz.

3 Besondere Herausforderungen

Die Ernährungssicherheit wird durch eine Vielzahl von miteinander vernetzten Faktoren in den Bereichen Umwelt, Technologien, Wirtschaft, Institutionen und Gesellschaft beeinflusst (vgl. zum Beispiel Europäische Union, 2023b). In Kapitel 3 werden einige der von den Expertinnen und Experten der WL als besonders relevant eingeschätzten Faktoren thematisiert.

3.1 Kreislaufwirtschaft in der Land- und Ernährungswirtschaft

Bereits seit Jahrzehnten forciert die Schweiz den Paradigmenwechsel von einer linearen Wirtschaft hin zu einer Kreislaufwirtschaft, um Ressourcen zu schonen und die Umweltbelastung zu senken (Der Bundesrat, 2023a). Die mit einer Kreislaufwirtschaft verbundenen Gebote «reduzieren, wiederverwenden und recyceln» sollen zu einer Minimierung des Verbrauchs von Primärrohstoffen und Energie führen (Neves & Marques, 2022). Dementsprechend definieren Kirchherr et al. (2017) die Kreislaufwirtschaft als ein Wirtschaftssystem, das durch die Reduzierung, die Wiederverwendung, das Recycling und die Rückgewinnung von Materialien in die Produktions-/Vertriebs- und Verbrauchsprozesse gekennzeichnet ist. Zunächst auf die klassische Industrie beschränkt (Ehrenfeld & Gertler, 1997), finden Ansätze aus der Kreislaufwirtschaft mittlerweile auch zunehmend in der Land- und Ernährungswirtschaft Anwendung (Velasco-Muñoz et al., 2022). Die Produktion und der Vertrieb von Lebensmitteln sind energie- und ressourcenintensiv. Jedoch können Ansätze aus der Kreislaufwirtschaft dazu beitragen, Ressourcen zu schonen und die Umweltbelastung zu reduzieren, wie die folgenden Beispiele verdeutlichen.

- In der landwirtschaftlichen Produktion fallen durch die Verwendung von Polyethylen-Folien grosse Mengen Plastikmüll an, die zum Teil als Mikroplastik Böden und Gewässer belasten (Bundesinformationszentrum Landwirtschaft, 2023a). In der Schweizer Landwirtschaft werden jährlich rund 16'000 Tonnen Plastik z.B. als Mulchfolien oder für die Herstellung von Siloballen verwendet, wovon rund 160 Tonnen in den Böden bleiben (Kalberer et al., 2019). Unter der Führung des Dachverbands Kunststoff.swiss hat der Verein ERDE (Erntekunststoffe Recycling Deutschland) landesweit 100 Sammelstellen in der Schweiz eingerichtet, in denen Agrarkunststoffe gesammelt, gewaschen, zerkleinert und anschliessend zu Kunststoffgranulaten eingeschmolzen werden. Die Kunststoffgranulate können wiederum für die Produktion von Folien für die Landwirtschaft und Industrie verwendet werden (Erntekunststoffe Recycling Deutschland, 2022).
- In der Schweiz entstehen entlang der Wertschöpfungskette jährlich rund 2,8 Millionen Tonnen (Frischsubstanz) vermeidbare Lebensmittelabfälle (Beretta & Hellweg, 2019). Zudem fallen jährlich rund 365'000 Tonnen pflanzliche Nebenprodukte bei der Verarbeitung von Lebensmitteln an (Wasem & Probst, 2020). Prinzipiell können diese biogenen Abfälle stofflich und energetisch verwertet werden. Kompost kann beispielsweise als Dünger in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Bei der Vergärung von biogenen Abfällen entsteht Biogas, welches zum Heizen oder als Treibstoff genutzt werden kann (Der Bundesrat, 2023a). Pflanzliche Nebenprodukte aus der Lebensmittelherstellung können zudem in Mischfutter für Schweine, Geflügel und Rinder verwendet werden (Wasem & Probst, 2020). In einem dreijährigen Pilotprojekt werden mögliche Produktionsprozesse und die damit verbundenen Technologien für die Herstellung von Insektenproteinen auf Basis von Mühlennachprodukten untersucht (Swissmill, o.J.). Insektenproteine auf Basis von pflanzlichen Nebenprodukten oder Lebensmittelabfällen lassen sich für die menschliche Ernährung sowie als Futtermittel z.B. für Geflügel oder Schweine nutzen (Varelas, 2019). In der Schweiz sind aktuell Insekten nur als Futtermittel für Fischzuchten erlaubt. Hingegen gibt es keine gesetzliche Regelung für die Verwendung von Insekten in Futtermitteln für Geflügel und Schweine (Hodel, 2022).
- Biogene Energie hat das Potenzial, fossile bzw. auf Kernkraft basierende Energieformen teilweise zu ersetzen. Aufgrund des Krieges in der Ukraine sowie der Trockenheit in den vergangenen Jahren wurden Agrarrohstoffe aber auch Energie knapper und teurer, wodurch die sogenannte «Tank, Trog oder Teller»-Diskussion vor allem in der EU erneut entfacht wurde. Biotreibstoffe der ersten Generation basieren auf Agrarrohstoffen wie z.B. Getreide, Mais, Zucker oder Raps, die auch für die menschliche Ernährung oder als Futtermittel geeignet sind, wohingegen Biotreibstoffe der zweiten Generation auf Basis von biogenen Abfällen hergestellt werden, die zumindest für die menschliche Ernährung nicht geeignet sind (Ritzel et al., 2022). Im Gegensatz zur EU wird der Anbau von Pflanzen zur Herstellung von biogener Energie in der Schweiz nicht gefördert. Daher werden für die Herstellung von Biogas

und Biotreibstoffen lediglich biogene Abfälle verwendet, die für die menschliche Ernährung nicht geeignet sind (Biofuels Schweiz, o.J.; Biomasse Suisse, o.J.).

3.2 Heterogenität in der Land- und Ernährungswirtschaft als Chance und Herausforderung

Die COVID-19-Pandemie, die zunehmend negativen Auswirkungen des Klimawandels und der Krieg in der Ukraine haben verdeutlicht, dass Lieferketten für Agrarrohstoffe und Lebensmittel zumindest kurz- bis mittelfristig gestört bzw. unterbrochen sein können (Dyson et al., 2023; Fiankor et al. 2023). Weitere grenzüberschreitende Gefährdungen wie z.B. ein Unterbruch der Elektrizitätsversorgung, ein Atomunfall oder extreme Wetterereignisse können mit unterschiedlicher Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität ebenfalls negative Auswirkungen auf die Lebensmittelversorgung haben. Beispielsweise ist davon auszugehen, dass die Elektrizitätsversorgung der Schweiz sowohl national als auch regional innerhalb von dreissig Jahren zumindest einmal kurzfristig unterbrochen sein könnte. Im Gegensatz dazu sollte ein schwerwiegender Atomunfall statistisch betrachtet nur alle 2.5 Millionen Jahre auftreten (Kohler, 2023). In einem Krisenfall ist die Resilienz einer Volkswirtschaft von zentraler Bedeutung. Empirische Befunde deuten darauf hin, dass industrielle Diversität einen positiven Einfluss auf die Resilienz einer Volkswirtschaft in Zeiten von Krisen haben kann (Brown & Greenbaum, 2016).

Die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft zeichnet sich durch eine unterschiedliche Wettbewerbsintensität aus. D.h. in Abhängigkeit des Marktes und der Stufe der Wertschöpfungskette kann die Abweichung vom vollkommenen Wettbewerb klein, mittel oder gross sein (Iten et al., 2003; Bokusheva et al., 2019). Entsprechend der Einschätzungen der Expertinnen und Experten der WL kann die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft als heterogen charakterisiert werden. Auf der Stufe Primärproduktion gibt es viele Produzentinnen und Produzenten. Allerdings gibt es in einigen Märkten wie z.B. Zucker oder Speiseöle nur wenige Verarbeiter und Grosshändler. Aufgrund der oligopsonistischen Marktstruktur können die wenigen Akteure auf Stufe Verarbeitung und Grosshandel die Preise, die zu produzierenden Produkte sowie die Produktionsprozesse stärker bestimmen als Produzentinnen und Produzenten auf Stufe Primärproduktion (Scharrer et al., 2023). Auf Stufe Detailhandel gibt es in der Schweiz die klassischen Detailhändler (Coop, Migros, Globus, Manor, Spar und Volg), Discounter (Aldi, Denner und Lidl), den Fachhandel sowie gewerbliche Detailhändler (Tankstellen, Cash & Carry, Bäckereien, Metzgereien etc.). Im Jahr 2020 entfielen 76.8 % der Ausgaben für Lebensmittel auf den klassischen Detailhandel, 17.1 % auf Discounter und 6.1 % auf den Fachhandel sowie gewerbliche Detailhändler (Bundesamt für Landwirtschaft, 2021). Die Dominanz der klassischen Detailhändler kann u.a. dazu führen, dass Senkungen bei den Produzentenpreisen oft nicht oder nur in einem verhältnismässig geringen Umfang an Konsumentinnen und Konsumenten weitergeben werden (Blunier, 2023). In Anlehnung an Rieder und Anwender Phan-Huy (1994) kann diese heterogene Wettbewerbssituation schematisch als «X-Struktur der Märkte im Lebensmittelsektor» dargestellt werden (siehe Abbildung 9).

Als ein weiteres Merkmal für die Heterogenität benennen die Expertinnen und Experten der WL die unterschiedliche Grösse bzw. Kapazität von Akteuren. Beispielsweise wiesen im Jahr 2022 2'241 von insgesamt 48'344 Landwirtschaftsbetrieben eine Fläche unter einem Hektar und 3'253 Landwirtschaftsbetriebe eine Fläche von über 50 Hektaren auf (Bundesamt für Statistik, 2023b). Auf Ebene Verarbeitung zeigt sich zum Beispiel im Bäckereigewerbe, dass ein Grossteil der Betriebe (44.8 %) gemessen am Umsatz als Klein- oder Kleinstbetriebe klassifiziert werden. Lediglich 10.4 % der Bäckereibetriebe gelten gemessen am Umsatz als Grossbetriebe (Schweizer Bäcker-Confiseure, 2019).

Im Hinblick auf die Resilienz der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft in einem Krisenfall bringt diese Heterogenität nach Einschätzungen der Expertinnen und Experten der WL sowohl Chancen wie auch Herausforderungen mit sich. Einerseits erlauben es heterogene Strukturen, dass im Krisenfall jene Teile der Versorgung gestärkt werden, die aufgrund der Art der Krise weniger in Mitleidenschaft gezogen sind. Beispielsweise könnten sich grössere Betriebe aufgrund höherer Produktionskapazitäten besser auf ein bestimmtes Produktsortiment fokussieren als kleinere Betriebe, die in ihren technischen Möglichkeiten stärker eingeschränkt sind. Kleinere Betriebe wiederum könnten sich schneller an die lokalen Besonderheiten der Krisensituation anpassen. Andererseits erschweren es heterogene Strukturen, Kriseninterventionsmassnahmen zu planen und umzusetzen. Massnahmen im Krisenfall sollten einfach verständlich und generell anwendbar sein, was bei einheitlichen Strukturen eher möglich ist.

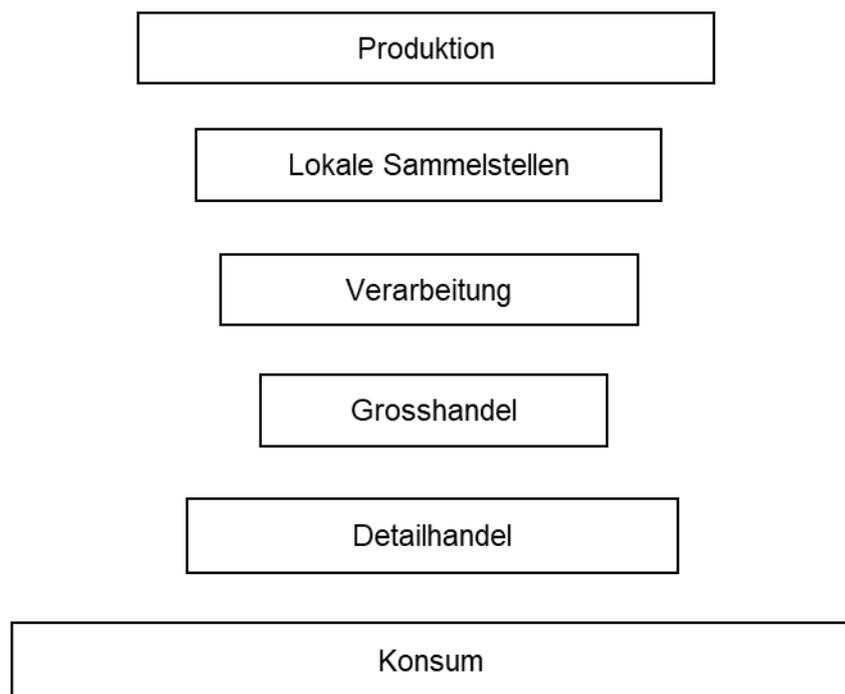


Abbildung 9: X-Struktur der Märkte im Lebensmittelsektor (Rieder & Anwander Phan-Huy, 1994).

3.3 Risiko der Schaderregerausbreitung und Massnahmen zu deren Eindämmung

Vor allem in kühleren arktischen, borealen, gemässigten und subtropischen Regionen erhöht der Klimawandel und damit verbundene Extremwetterereignisse wie z.B. Hitze und Trockenheit das Risiko der Ausbreitung von Schaderregern in der Land- und Forstwirtschaft. So kann beispielsweise ein einziger, ungewöhnlich warmer Winter ausreichen, um die Ansiedlung und Ausbreitung einheimischer und invasiver bzw. gebietsfremder Schaderreger zu fördern (FAO, 2021). Einige Fälle illustrieren die zunehmenden Risiken invasiver Organismen, die in den neuen Gebieten häufig keine natürlichen Feinde haben:

- Seit rund zehn Jahren hat sich die *Kirschessigfliege* «*Drosophila suzukii*» in der Schweiz ausgebreitet. Sie ist heute ein bedeutender Schädling vieler Beeren- und Steinobstkulturen, besonders von Kirschen, Himbeeren und Brombeeren. Die Produzenten können die Verluste mit kostenintensiven Abwehrmassnahmen wie Schutznetzen und strenger Erntehygiene meist im Rahmen halten (Dekumbis et al., 2020).
- Der *Japankäfer* wurde 2014 nach Mailand eingeschleppt und hat sich ab 2017 im Tessin stark ausgebreitet. Mitte 2023 wurde in der Schweiz erstmals ein Befall nördlich der Alpen festgestellt. Der Japankäfer befällt viele Laubbäume und landwirtschaftliche Kulturen wie Beeren, Obstbäume, Reben oder Mais (Sostizzo et al., 2017).
- Im Sommer 2021 wurde das aus Israel stammende *Jordanvirus* (auch «Tomate Brown Rugose Fruit Virus» genannt) in der Schweiz nachgewiesen (Eyer, 2023). Bei Tomaten können die Früchte eine unregelmässige Reifung, gelbe oder braune Flecken sowie Deformierungen aufweisen. Auch Peperoni haben gelbe oder braune Bereiche, zeigen grüne Streifen oder sind deformiert. Die Früchte sind in beiden Fällen nicht mehr verkaufsfähig (Bundesamt für Landwirtschaft, 2020).
- Das *Feuerbakterium* «*Xylella fastidiosa*» trat bereits 2013 in Italien auf, konnte sich aber bisher noch nicht in die Schweiz ausbreiten. Es setzt sich in den Wasserleitungsbahnen (Xylem) einer Vielzahl von Wirtspflanzen wie z.B. Kirschen, Reben oder Oleander fest, vermehrt sich dort und verstopft diese, sodass bei den Wirtspflanzen zu Austrocknungs- und Welkeerscheinungen kommt. Übertragen wird das Bakterium von Xylem-saugenden Insekten wie der Rundkopfszikade. Das Feuerbakterium gilt weltweit als eines der gefährlichsten Bakterien für Pflanzen mit beträchtlichem ökonomischem und ökologischem Schadenspotential (Agroscope, o.J.a).

Um die Resilienz der Schweizer Landwirtschaft im Hinblick auf eine Schaderregerausbreitung zu erhöhen, plädieren die Expertinnen und Experten der WL für eine Offenheit gegenüber verschiedenen Eindämmungsmassnahmen entsprechend der Pyramide des integrierten Pflanzenschutzes (siehe Abbildung 10). Hierbei gilt folgender Grundsatz: Chemische Bekämpfungsmassnahmen sollen nur dann zum Einsatz kommen, wenn die verfügbaren präventiven

und nichtchemischen Massnahmen keinen ausreichenden ökonomischen und ökologischen tragbaren Schutz vor Schadorganismen gewährleisten können (Bundesamt für Landwirtschaft, 2022b).

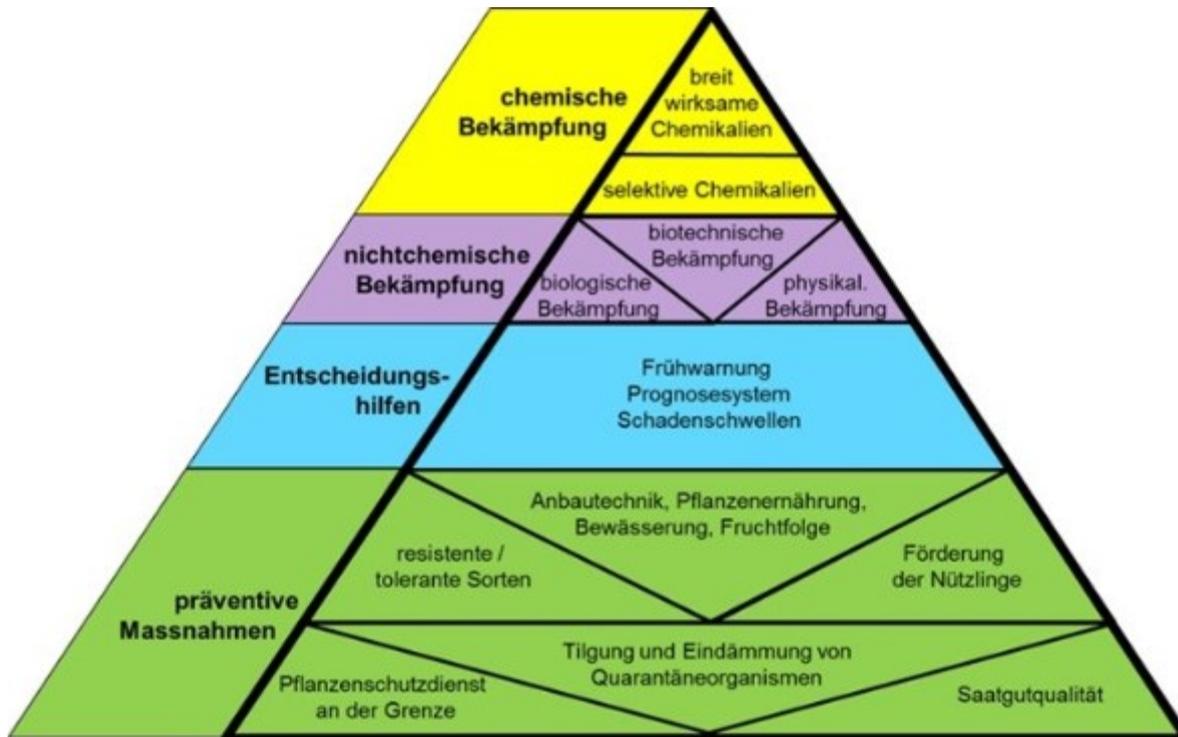


Abbildung 10: Pyramide integrierter Pflanzenschutz (Bundesamt für Landwirtschaft, 2022c).

Bei den präventiven Massnahmen wird der Züchtung von Kulturpflanzen, die eine genetische Robustheit gegenüber Krankheiten und Schädlingen, aber auch gegenüber Trockenheits- und Hitzestress aufweisen, aktuell eine besondere Bedeutung beigemessen (Kellerhals, 2017). Als vielversprechend erachten die Expertinnen und Experten der WL im Hinblick auf die Robustheit von Kulturpflanzen die sogenannte CRISPR/Cas9-Schere. Mit diesem gentechnischen Verfahren können Veränderungen im arteigenen Erbgut einer Kulturpflanze schnell und zielgerichtet vorgenommen werden (Ritzel et al., 2022). Die Expertinnen und Experten der WL weisen in diesem Zusammenhang darauf hin, dass eine fehlende Zulassung neuer gentechnischer Verfahren wie der CRISPR/Cas9-Schere aufgrund rechtlicher Lücken im Gentechnikbereich die Resilienz im Pflanzenbau beeinträchtigen könnte. Mit dem Bericht «Regulierung der Gentechnik im Ausserhumanbereich» hat der Bundesrat u.a. Anpassungsmöglichkeiten bei der bestehenden gesetzlichen Regulierung für gewisse neue gentechnische Verfahren geprüft und dargelegt (Der Bundesrat, 2023b). Demnach sollen neue gentechnische Verfahren im Gesetz speziell geregelt und nicht generell als gentechnisch veränderte Organismen behandelt werden. Die beratende Kommission für Landwirtschaft unterstützt die gesetzliche Sonderbehandlung von neuen gentechnischen Verfahren und sieht darin einen wichtigen Beitrag für die globale Ernährungssicherheit (Der Bundesrat, 2023c). Im Hinblick auf Freisetzung und Verwendung in Lebensmitteln weisen die Expertinnen und Experten der WL entsprechend des Vorsorgeprinzips jedoch darauf hin, dass sich biologische Eigenschaften und potentielle Risiken von denen einer Kreuzzüchtung unterscheiden können. So kann bei nahezu jeder Ort im Erbgut einer Pflanze mit Hilfe der CRISPR/Cas9-Schere gleichermassen verändert werden, so dass das Erbgut erheblich umstrukturiert werden kann. Damit unterliegt die CRISPR/Cas9-Schere nicht oder nur sehr begrenzt den Gesetzmässigkeiten der natürlichen Genregulation und Vererbung. Dementsprechend müssen sich daraus ergebende neue biologische Eigenschaften und damit verbundene mögliche Risiken sorgfältig geprüft werden. Der Bundesrat (2023b) gibt zudem zu bedenken, dass für Züchtungen, die auf neuen gentechnischen Verfahren beruhen, derzeit keine Nachweismethoden existieren, die Rückschlüsse darauf ermöglichen, ob eine Kulturpflanze aus einer Kreuzzüchtung oder einem neuen gentechnischen Verfahren entstammen.

Auf Ebene der Entscheidungshilfen ist das Monitoring ein wichtiger Beitrag zur frühzeitigen Schaderregererkennung und -bekämpfung für Obst-, Gemüse-, Wein- und Ackerbau. Mit www.agrometeo.ch können die geographische Ausbreitung und Häufigkeit von Krankheitsvektoren, die Entwicklung von Resistenzen gegenüber Insektiziden und

Akariziden sowie die Entwicklungsstadien von Bäumen überwacht werden. Basierend auf diesem Monitoring können Risikoanalysen und Strategien zum Management von Resistenzen erarbeitet werden (Agroscope, o.J.b). Beispielsweise können mit dem Prognosemodell «VMVenturia» unter Einbezug meteorologischer Faktoren und Kenntnisse über Entwicklung des Pilzes und des Wirts Infektionszeitpunkte der Pilzkrankheit Apfelschorf errechnet werden. Die errechneten Infektionszeitpunkte dienen dann als Entscheidungsgrundlage für die Festlegung von Behandlungsterminen (Werthmüller, 2017). Zudem sind in agrometeo ein Tool, das bei der Dosierung von Pflanzenschutzmitteln unterstützt, sowie Links zu Publikationen und Informationen zum Pflanzenschutz integriert (Agroscope, o.J.c).

Die nichtchemische Bekämpfung gilt in der Regel als besonders umweltschonend. Im Bereich der biologischen Bekämpfung werden Schadorganismen von Bakterien oder Pilzen befallen und abgetötet, um somit den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu vermindern (Agroscope, o.J.d). Beispielsweise kann der Rapsglanzkäfer mittels des insektentötenden Pilzes «Beauveria bassiana» abgetötet werden (Kuske et al., 2011). Ferner können Bakterienstämme aus dem Wurzelbereich das Myzelwachstum des Pilzes «Phytophthora infestans» bei Wurzel- und Knollengemüsen wie z.B. Kartoffeln hemmen (Bönisch et al., 2014). Bei den biotechnischen Massnahmen wird z.B. das Flugverhalten von Insekten mit Hilfe von Sexualduftstoffen («Pheromonen») gesteuert und erfasst. Zudem ist eine Befallsreduktion möglich, wobei die Paarung und somit die Vermehrung der Insekten gestört wird. Die Methode der Verwirrung wird besonders bei Wickler-Arten im Obst- und Weinbau eingesetzt (Freier et al., 2018). Physikalische Massnahmen lassen sich in mechanische, thermische, akustische und optische Verfahren unterteilen. Beispielsweise schützen Kulturschutznetze gegen die Kirschessigfliege «Drosophila suzukii», die vor allem bei Kirschen und Beerenobst grosse Probleme verursacht (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023).

Prinzipiell gab es in den vergangenen Jahren sowohl in der Schweiz, wie auch in der EU erfolgreiche Bemühungen die Bekämpfung von Schaderregern in der Landwirtschaft auf Basis von chemischen Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren (Lee et al., 2019; de Baan, 2020). Mit der Schweizer Agrarpolitik 22+ sollen im Ökologischen Leistungsnachweis nur noch chemische Pflanzenschutzmittel mit geringem Umweltrisiko zugelassen werden. Zudem soll der Verzicht auf chemische Pflanzenschutzmittel sowie der Einsatz von Alternativen noch stärker gefördert werden (Bundesamt für Landwirtschaft, o.J.). Mit dem sogenannten «Green Deal» soll der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln innerhalb der EU bis zum Jahr 2030 halbiert werden (Europäische Union, 2022b). Die Expertinnen und Experten der WL sprechen sich trotz dieser begrüßenswerten Entwicklungen dafür aus, dass chemische Pflanzenschutzmittel im Fall einer raschen und substantiellen Beeinträchtigung der Ernährungssicherheit durch Schadorganismen denselben Stellenwert erhalten sollten wie die anderen Massnahmen.

3.4 Klimawandel und Trockenheit

Aufgrund einer auf fossilen Energieträgern basierten Wirtschaftsweise und Landnutzungsänderungen stieg die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre seit Beginn der Industrialisierung exponentiell an (Peterson et al., 2014), sodass die globale Oberflächentemperatur zwischen 2011–2020 im Durchschnitt bereits 1.1°C über der Temperatur der Referenzperiode 1850–1900 lag (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023). Der Klimawandel und der damit verbundene Anstieg der Oberflächentemperatur haben hydrologische Prozesse beschleunigt, sodass Trockenheit bzw. Dürre schneller, häufiger und intensiver auftreten können (Mukherjee et al., 2018), was u.a. negative Auswirkungen auf die Landwirtschaft hat. Aufgrund von langanhaltender Trockenheit in Kombination mit hohen Temperaturen können Böden bis in tiefe Schichten austrocknen. Den Pflanzen fehlt es Wasser, sodass es zur Stagnation des Pflanzenwachstums kommt. Dementsprechend müssen Landwirtinnen und Landwirte zunehmend mit Ertragseinbussen rechnen (Bundesinformationszentrum Landwirtschaft, 2023).

Weitere schneearme Winter wie in den Jahren 2021/2022 sowie die darauffolgend langanhaltenden hohen Temperaturen und Trockenheit wie im Sommer 2022 können die Schweizer Landwirtschaft aufgrund von Wassermangel in Zukunft vor grosse Herausforderungen stellen (Kruse et al., 2010; Bettzieche, 2023). Forschungsergebnisse zeigen, dass in trockenen Sommern wie in den Jahren 2003, 2015 und 2018 bis zu 25 % der Schweizer Raufutterproduktion verloren gehen können (Calanca et al., 2022). Dies hat wie z.B. im Sommer 2022 zur Folge, dass Landwirtinnen und Landwirte aufgrund von Raufuttermangel ihre Tiere früher als geplant zum Schlachthof brachten. Somit entstand kurzzeitig ein doppelt so hohes Angebot auf den Viehmärkten wie üblich für diese Jahreszeit (Spörri, 2022). Auch wenn einige Kulturen unter der ausgeprägten Trockenheit im Sommer 2022 litten, erhöhte sich der Produktionswert im gesamten Pflanzenbau aufgrund höherer Erntemengen, teils besserer Qualität und gestiegener Preise gegenüber

dem nassen 2021 um 12.4 % auf 4.2 Milliarden Franken (Bundesamt für Statistik, 2022). Eine langanhaltende Trockenheit beispielsweise über zwei aufeinanderfolgende Jahre hinweg, kann jedoch massive Probleme für die Landwirtschaft und die Versorgung der Bevölkerung verursachen. Wie bei den bedeutenden Agrarhandelspartnern Italien, Deutschland, Spanien und Frankreich aktuell zu beobachten, führen Wasserdefizite in einigen Regionen zu stark ausgetrockneten Böden mit potentiell negativen Auswirkungen für Ernte und landwirtschaftliche Einkommen (Lauffmann, 2023).

Vor diesem Hintergrund erachten die Expertinnen und Experten der WL eine rasche Entwicklung und Einführung von Anpassungsmassnahmen an die zunehmende Trockenheit für notwendig. Informationen bezüglich der potentiellen Entwicklung von Extremwetterereignissen spielen hierbei eine wichtige Rolle. Dementsprechend soll ab dem Jahr 2025 ein Früherkennungs- und Warnsystem für Trockenheit zur Verfügung stehen, auf dessen Basis Landwirtinnen und Landwirte rechtzeitig Massnahmen ergreifen können, um Schäden zu vermeiden oder zu vermindern (Bundesamt für Umwelt, 2022). Des Weiteren ist eine Anpassung von Produktionsmitteln und -prozessen notwendig. Im Futtermittelanbau ist das aus Afrika stammende Süssgras «Sorghum» besonders tolerant gegenüber langanhaltender Trockenheit und weist hohe Erträge auf. Aufgrund des relativ geringen Nährwertes muss es allerdings im Anbau mit anderen Futterpflanzen wie z.B. Inkarnatklée, Alexandrinerklée und Westerwold-Raigras kombiniert werden (Bütikofer et al., 2023). Im Bereich der menschlichen Ernährung hat sich die Süsskartoffel als Importware aber auch zunehmend aus heimischer Produktion im Speiseplan der Schweizer Bevölkerung etabliert (Bauernzeitung, 2022; Gubler, 2023). Die Süsskartoffel gilt als weniger empfindlich gegenüber Trockenheit als die meisten zurzeit in der Schweiz angebauten Kartoffelsorten (Agroscope, o.J.e). Wie Modellrechnungen zeigen, wird der Bedarf an künstlicher Bewässerung im Pflanzenbau aufgrund geringerem Niederschlags in Zukunft steigen. Beispielsweise für Kartoffeln, Eisbergsalat und Raigras liegt der prognostizierte Anstieg der künstlichen Bewässerung bis zum Zeitraum 2045–2074 bei etwa 20 % und bis 2070–2099 bei etwa 35 % (Eisenring et al., 2021). Neue (smarte) Technologien können dazu beitragen, natürliche Ressourcen effektiver und effizienter einzusetzen. So können Sensoren, die die Feuchtigkeit im Boden messen, dabei helfen, die Menge und Häufigkeit der Tröpfchenbewässerung besser zu regulieren. Mit dieser Technik wird die Bewässerung nur dann automatisiert aktiviert, wenn tatsächlich Bedarf besteht, sodass Wasser eingespart werden kann (Agroscope, 2022).

4 Diskussion und Fazit

Betrachtet man die statistischen Parameter, so lässt sich folgendes erkennen: Sowohl weltweit, in Europa wie auch in der Schweiz nimmt die Landwirtschaftsfläche pro Kopf ab. Daraus auf eine grundsätzliche Abnahme der Ernährungssicherheit zu schliessen, greift jedoch zu kurz. Wichtig ist es, parallel dazu die Entwicklung der Produktivität zu beobachten. Im Grundsatz nimmt die Flächenproduktivität weiterhin zu, was den Verlust der Landwirtschaftsflächen vorerst auszugleichen vermag. Trotzdem müssen der grosse Flächenverlust in der Schweiz und die zunehmenden gesetzlichen Nutzungseinschränkungen auf den Fruchtfolgeflächen weiterhin beobachtet werden. Die über Jahrzehnte mehr oder wenig konstante Ackerfläche relativiert diese Probleme etwas, wobei zu bedenken ist, dass der Ackerbau aus Gunstlagen in der Ebene durch die Siedlungstätigkeit zurückgedrängt wird.

Die im Kapitel 3.4 aufgezeigten Aussagen zum Klimawandel und der Trockenheit werden als grosse Herausforderung für die Ernährungssicherheit erkannt, und auf vielen Ebenen wird an ganzheitlichen Lösungsansätzen gearbeitet. Internationale Institutionen wie z.B. die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen stellen Gefässe zur Verfügung, um Fragen im Zusammenhang mit Extremwetterereignissen zu klären. Diese zielen nicht nur auf eine Stabilisierung der Situation, sondern auch auf eine Erhöhung der Resilienz ab. Gleichzeitig werden Vorkehrungen für allfällig drohende schwere Mangellagen getroffen. Das in der Schweiz auszubauende Früherkennungs- und Warnsystem für die Trockenheit oder die Vernehmlassung über die Pflichtlagererhöhung im Bereich Ernährung zeigen, dass auch die Schweiz Vorbereitungen für den Krisenfall trifft. Diese Arbeiten sind herausfordernd, denn die Landwirtschaft und das Ernährungssystem benötigen viele einzelne Schritte, welche aufeinander abgestimmt sein müssen, damit die Versorgung gewährleistet ist (siehe Bericht 2022: Ritzel et al., 2022).

Neben nationalen Vorkehrungen ist es wichtig, dass grenzüberschreitender Handel auch in Krisen möglich ist. Weltweit wird ein relativ geringer Teil der produzierten Nahrungsmittel über Landesgrenzen hinweg gehandelt. Es ist davon auszugehen, dass der internationale Handel grundsätzlich wächst und somit auch in Zukunft ein wichtiger Faktor zur Sicherung der weltweiten Ernährung darstellt. Für die Schweiz als Nettoimporteurin von Lebensmitteln sind stabile Handelsbeziehungen mit verlässlichen Partnerländern von besonderer Wichtigkeit. Um Importe in die Schweiz gewährleisten zu können, müssen Güter im Ausland produziert und ausgeführt werden und anschliessend in die Schweiz gelangen. Es ist daher unabdingbar, die global unterschiedlichen Vegetationsperioden zu beobachten und zu analysieren. Wenn auf einer Hemisphäre Ernten schlecht sind, sollte dies in der Schweiz frühzeitig erkannt und in die Evaluation der Frage, ob Handlungsbedarf besteht, einfließen.

Der Aspekt der Verfügbarkeit von Produktionsmitteln wie zum Beispiel Saatgut, Pflanzenschutzmittel, Dünger oder Energieträger wird im Hinblick auf die kurz- und langfristige Versorgungslage der Schweiz aktuell noch zu wenig thematisiert. Ohne die gesicherte Versorgung mit Produktionsmitteln ist eine landwirtschaftliche Produktion nicht denkbar. Gleichzeitig unterliegen die Güter teilweise ähnlichen Gesetzmässigkeiten wie Produkte in anderen Sektoren, die derzeit stark unter Druck stehen. Zum Beispiel werden Wirkstoffe für Pflanzenschutzmittel nach ähnlichen Abläufen entwickelt, produziert und verteilt, wie dies bei den Heilmitteln der Fall ist, bei denen es gelegentlich zu Versorgungsengpässen gekommen ist. In diesem Zusammenhang ist zudem darauf hinzuweisen, dass Produktion, Transport oder Anwendung verschiedener Produktionsmittel wie Saatgut oder Düngemittel von den herrschenden Umweltbedingungen abhängig sind. Die Wirkung des Witterungseinflusses auf die pflanzliche Produktion zeigte sich zum Beispiel 2021 durch die deutliche Senkung des Brutto-Selbstversorgungsgrads von Nahrungsmitteln. Mit zunehmender Häufigkeit, Intensität und Dauer von Extremwettersituationen muss damit gerechnet werden, dass auch die Versorgung mit erforderlichen Produktionsmitteln negativ betroffen sein wird.

Bezüglich des Monitorings dieser Faktoren gibt es derzeit weder weltweit noch in der Schweiz standardisierte Verfahren, weshalb die Wissensbasis in diesem Bereich gering ist. Für die Schweiz ist gemäss Antwort des Bundesrates auf die Interpellation 22.4522 festzuhalten, dass bei vielen Produktionsmitteln wie zum Beispiel Maschinen oder Pflanzenschutzmitteln eine hohe bis vollständige Importabhängigkeit besteht. Im Bereich Saatgut erreicht der Importanteil bei Raps, Sonnenblumen und Zuckerrüben 100 %, bei Gemüse schätzungsweise 90 % und bei Mais 76 %. Bei anderen Kulturen wie zum Beispiel Weichweizen ist die Schweiz hingegen nahezu Selbstversorgerin.

Unter der Annahme, dass die Produktivität weltweit weiterhin steigt, liegen in der Ausfuhr der Güter aus Produzentländern, sowie dem Liefern an den Zielort, logistische Risiken. Bezüglich des Exports aus den Produzentländern zeigt sich, dass Androhungen, Exportrestriktionen zu ergreifen, seit Beginn COVID-19-Pandemie häufiger

ausgesprochen werden. Die Welthandelsorganisation stellt demgegenüber zwischen Oktober 2021 und Oktober 2022 fest, dass wieder vermehrt handelsfördernde Massnahmen angekündigt wurden. Dementsprechend ist noch unklar, wie sich die Handelsflüsse infolge der Krisen seit 2020 verschoben haben und ob sich schlussendlich ein reduzierter, unveränderter oder erhöhter Gesamthandel ergeben hat. Gesamthaft lässt sich feststellen, dass seit den Nahrungsmittelpreiskrisen 2007/2008 und 2010 viele Ressourcen in die systematische Überwachung der hergestellten Mengen wie auch der weltweiten Lagermengen investiert wurden.

Bei den Agrarimporten der Schweiz sollte künftig beobachtet werden, ob es bei Importen aus Übersee aber auch beim Binnenhandel zu vermehrten Störungen kommt (z.B. Niedrigwasser, Verdrängung von Lagerraum aufgrund Zahlungsbereitschaft für andere Güter, Exportrestriktionen von für die Schweiz wichtigen Herkunftsländern).

Bezüglich der Sonderkapitel zeigt sich folgendes Bild:

Die **Kreislaufwirtschaft** bringt Vorteile, da der Agrar- und Lebensmittelsektor resilienter wird. Beispielsweise benötigen kürzere Transportwege weniger Energieträger. Solche Optimierungen im Ernährungssystem sind in Normalzeiten wünschenswert, da sie neben der Resilienz auch die Nachhaltigkeit des Systems erhöhen. Jedoch kann damit gleichzeitig der Handlungsspielraum im Krisenfall hinsichtlich weiterer Optimierung sinken. Bei Agrarprodukten, Produktionsmitteln und Technologien, welche sowohl für die menschliche wie auch für die tierische Ernährung sowie weitere Sektoren genutzt werden können, besteht zudem die mögliche Konkurrenz zwischen den Sektoren, welche für den Krisenfall zu bedenken ist. Zu beachten ist überdies, dass die Optimierung eines Systems, welche mit einer sinkenden **Heterogenität** einhergeht, auch dazu führen kann, dass sich eine Gefährdung weitreichend und schwerwiegend auswirken kann.

Bezüglich der **Schaderegerausbreitung**, die mit den Folgen des **Klimawandels** verstärkt auftreten könnte, gilt es, die Resilienz des Systems möglichst zu erhöhen. Ein beispielsweise durch Wetterextreme geschwächtes natürliches System ist im Grundsatz anfälliger für Schaderreger. Es gilt, neue Erreger möglichst früh dahingehend zu erkennen, ob auch in der Schweiz ein hohes Schadenspotenzial gegeben ist. Gleichzeitig gibt es neue Technologien, welche bei der Eindämmung neuer Schadensorganismen helfen können. Es muss allenfalls davon ausgegangen werden, dass es in einer solchen Krise eine Lücke zwischen dem Auftreten des Schadensorganismus und der Marktreife von Eindämmungsmassnahmen geben kann. Dies gilt insbesondere dort, wo neue Technologien zuerst grundsätzlich reguliert werden müssen. Dementsprechend ist es wichtig, dass der Gesetzgeber frühzeitig rechtliche Rahmenbedingungen etabliert, welche in der Krise die nötige Agilität unter Wahrung der rechtsstaatlichen Rahmenbedingungen gewährleisten.

Hinsichtlich des Agrar- und Ernährungssystems kann festgehalten werden, dass die im Bericht 2022 getroffenen Aussagen, wonach die Wertschöpfungsketten komplexer und die Gefährdungen vielfältiger werden, weiterhin gelten. Um zur Aufrechterhaltung der Ernährungssicherung in schweren Mangellagen frühzeitig die geeigneten Massnahmen ergreifen zu können, ist ein intensiviertes Monitoring wichtig. Eine Ausrichtung der Lagebeobachtung auf die sich verändernden politischen und natürlichen Bedingungen kann dabei helfen, notwendige Adaptionen für eine Mangellage zu erarbeiten.

Ein wichtiger Teil der Ernährungssicherheit bleibt die Inlandproduktion, deren Leistungsfähigkeit insbesondere für den Fall von sich anbahnenden Krisen beobachtet werden muss. Ebenso wichtig ist, dass die Quantität und Qualität der verfügbaren Fruchtfolgeflächen erhalten bleibt. Ergänzend dazu muss die Schweiz ihr Netz an Freihandelsabkommen mit verlässlichen Handelspartnern pflegen. Die Pflichtlagerhaltung gilt es an die aktuellen Erfordernisse und die wachsende Bevölkerung anzupassen. Gleichzeitig bleibt es wichtig, dass die Bevölkerung die Eigenverantwortung, beispielsweise durch das Halten eines Notvorrats, der aktiven Reflexion des Konsumverhaltens oder der Reduktion von vermeidbaren Lebensmittelabfällen hochhält.

5 Literaturverzeichnis

Quellen für Indikatoren

Weltweit

Landwirtschaftsfläche und Bevölkerung (Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO)

<https://www.fao.org/faostat/en/#data/RL>

<https://www.fao.org/faostat/en/#data/OA>

Temperaturanomalien (National Centers for Environmental Information, NCEI)

<https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>

Nahrungsmittelpreise (Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO)

<https://www.fao.org/worldfoodsituation/foodpricesindex/en/>

Produktion, Handel und Lagerbestände (Organization for Economic Co-operation and Development, OECD und Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO)

<https://www.agri-outlook.org/data/>

Europäische Union

Landwirtschaftsfläche und Bevölkerung (Eurostat)

<https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

Temperaturanomalien (National Centers for Environmental Information, NCEI; Auswahl Region: Europe)

<https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>

Produzentenpreisindex (Eurostat)

<https://ec.europa.eu/eurostat/cache/website/economy/food-price-monitoring/>

Produktion, Handel und Lagerbestände (Organization for Economic Co-operation and Development, OECD und Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO)

<https://www.agri-outlook.org/data/>

Schweiz

Landwirtschaftsfläche und Bevölkerung (Bundesamt für Statistik, BFS)

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/land-forstwirtschaft/landwirtschaft.html>

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung.html>

Temperaturanomalien (Bundesamt für Statistik, BFS)

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/raum-umwelt/klimabezogene-indikatoren/beobachtete-veraenderungen.assetdetail.24045965.html>

Produzentenpreisindex (Bundesamt für Statistik, BFS)

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/preise/produzentenpreise-importpreise/produzentenpreise.html>

Konsumentenpreisindex (Bundesamt für Statistik, BFS)

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/preise/landesindex-konsumentenpreise.html>

Produktion, Handel und Lagerbestände (Organization for Economic Co-operation and Development, OECD und Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO)

<https://www.agri-outlook.org/data/>

Flächennutzung und Tierbestände (Bundesamt für Statistik, BFS)

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/land-forstwirtschaft/landwirtschaft/strukturen.html>

Nahrungsmittelbilanz (Agristat)

<https://www.sbv-usp.ch/de/services/agristat-statistik-der-schweizer-landwirtschaft/statistische-erhebungen-und-schaetzungen-ses/nahrungsmittelbilanz>

Weitere Quellen

Agricultural Market Information System (2023). AMIS Market Monitor No. 111 September 2023.

https://www.amis-outlook.org/fileadmin/user_upload/amis/docs/Market_monitor/AMIS_Market_Monitor_Issue_111.pdf

Agristat (2022). Agristat 22-11. Statistisches Monatsheft. Nahrungsmittelbilanz 2021.

<https://www.sbv-usp.ch/de/services/agristat-statistik-der-schweizer-landwirtschaft/agristat-statistisches-monatsheft>

Agroscope (o.J.a). Feuerbakterium xylella fastidiosa.

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/pflanzenschutz/agroscope-pflanzenschutzdienst/geregelte-schadorganismen/quarantaeneorganismen/feuerbakterium.html/>

Agroscope (o.J.b). Integrierte und biologische Schädlingsbekämpfung.

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/arbeitsprogramme-alt/arbeitsprogramm-2014-2017/oekologische-intensivierung/integrierte-biologische-schaedlingsbekaempfung.html>.

Agroscope (o.J.c). Agrometeo.

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/obstbau/dienste/beobachtungen.html>.

Agroscope (o.J.d). Mikrobielle Schädlingsbekämpfung.

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/arbeitsprogramme-alt/arbeitsprogramm-2014-2017/oekologische-intensivierung/schadorganismen-acker-futterbau2.html>.

Agroscope (o.J.e). Die Süsskartoffel (*Ipomoea batatas* L.).

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/ackerbau/kulturarten/suesskartoffel.html#:~:text=Die%20Pflanze%20produziert%201%C3%A4ngliche%20Knollen,die%20ihre%20Produktion%20diversifizieren%20wollen.>

Agroscope (2022). Agroscope unterstützt die Produzenten bei der angepassten Bewässerung.

https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/aktuell/newsroom/2022/04-26_angepasste-bewaesserung.html.

Bauernzeitung (2022). Der Süsskartoffel-Boom in der Schweiz.

<https://www.bauernzeitung.ch/artikel/pflanzen/suesskartoffel-boom-in-der-schweiz-421173>.

Beretta, C. & Hellweg, S. (2019). Lebensmittelverluste in der Schweiz: Mengen und Umweltbelastung. Wissenschaftlicher Schlussbericht, Oktober 2019. ETH Zürich.

www.bafu.admin.ch/lebensmittelabfaelle.

Betzliche, J. (2023). Wegen Schneemangels droht im Sommer vermehrt Trockenheit.

<https://www.wsl.ch/de/news/wegen-schneemangels-droht-im-sommer-vermehrt-trockenheit/>.

Biofuels Schweiz (o.J.). Biotreibstoffe.

<https://www.biosprit.org/biotreibstoffe/>.

Biomasse Suisse (o.J.). Biogas.

<https://biomassesuisse.ch/biogas>.

Blunier, R. (2023). Detailhändler wollen Margen nicht begrenzen.

<https://www.schweizerbauer.ch/markt-preise/marktmeldungen/detailhaendler-wollen-margen-nicht-begrenzen/>.

Bokusheva, R., Fischer, S., Grass, M. & Grau, A. (2019). Eine Analyse von Food-Wertschöpfungsketten auf Basis internationaler Vergleichsdaten und Fallstudien (Studie im Auftrag des seco).

https://www.seco.admin.ch/dam/seco/fr/dokumente/Publikationen/Publikationen_Formulare/Wirtschaftslage/Strukturwandel_Wachstum/Branchenanalysen/Eine%20Analyse%20von%20Food-Wertsch%C3%B6pfungsketten%20auf%20Basis%20internationaler%20Vergleichsdaten%20und%20Fallstudien_SBE%2060-4.pdf.download.pdf/Eine%20Analyse%20von%20Food-Wertsch%C3%B6pfungsketten%20auf%20Basis%20internationaler%20Vergleichsdaten%20und%20Fallstudien_SBE%2060-4.pdf.

Bönisch, D., Hunziker, L. & Weisskopf, L. (2014). Bakterien aus dem Wurzelbereich hemmen den Erreger der Kraut- und Knollenfäule. Agarforschung Schweiz, Vol. 5(1). S. 430–433.

https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2014_10_2016.pdf.

Brown, L. & Greenbaum, R.T. (2016). The role of industrial diversity in economic resilience: An empirical examination across 35 years. Urban Studies, Vol. 54(6), 1347–1366.

<https://doi.org/10.1177/0042098015624870>.

Bundesamt für Landwirtschaft (o.J.). FAQ Agrarpolitik 22+.

<https://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Politik/Agrarpolitik/AP22/FAQ%20AP%2022.pdf.download.pdf/FAQ%20AP%2022.pdf>.

Bundesamt für Landwirtschaft (2020). Flyer Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV).

https://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Nachhaltige%20Produktion/Pflanzengesundheit/Ihr_Beitrag/IYPH/Jordan-Virus_D_18_3_lowres.pdf.download.pdf/Jordan-Virus_D_18_3_lowres.pdf.

Bundesamt für Landwirtschaft (2021). Schweizer Detailhandel 2020.

https://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Markt/Marktbeobachtung/Land-%20und%20Ernaehrungswirtschaft/Schweizer_Detailhandel/mb_ch_detail_2021_02.pdf.download.pdf/mb_ch_detail_d.pdf.

Bundesamt für Landwirtschaft (2022a). Gesamtrechnung.

[https://www.agrarbericht.ch/de/betrieb/wirtschaftliche-situation/gesamtrechnung#:~:text=2022%20steigen%20die%20Produktionskosten%20\(Vorleistungen,haupts%C3%A4chlich%20auf%20die%20Teuerung%20zur%C3%BCckzuf%C3%BChren.](https://www.agrarbericht.ch/de/betrieb/wirtschaftliche-situation/gesamtrechnung#:~:text=2022%20steigen%20die%20Produktionskosten%20(Vorleistungen,haupts%C3%A4chlich%20auf%20die%20Teuerung%20zur%C3%BCckzuf%C3%BChren.)

Bundesamt für Landwirtschaft (2022b). Integrierter Pflanzenschutz.

<https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/integrierterpflanzenschutz.html>.

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz (2023). Klimabulletin Jahr 2022.

https://www.meteoschweiz.admin.ch/dam/jcr:9fb53d3a-64c3-48c8-92e9-a8d95da4c4c1/Klimabulletin_2022_ANN_de.pdf.

Bundesamt für Statistik (2017). Vom Getreidefeld bis zum Brot: Die Getreideproduktion in der Schweiz.

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/publikationen.assetdetail.2160472.html>.

Bundesamt für Statistik (2022). Der Anstieg der landwirtschaftlichen Produktion im Jahr 2022 wird durch die Teuerung der Kosten neutralisiert.

<https://www.bfs.admin.ch/asset/de/23425341>.

- Bundesamt für Statistik (2023a). Strukturen: Landwirtschaftliche Nutzfläche.
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/land-forstwirtschaft/landwirtschaft/strukturen.html>.
- Bundesamt für Statistik (2023b). Landwirtschaftsbetriebe: Grösse, Fläche, Besitzverhältnisse.
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/land-forstwirtschaft/landwirtschaft.assetdetail.24945779.html>.
- Bundesamt für Umwelt (2022). Trockenheit: Bundesrat will nationales System zur Früherkennung und Warnung.
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/naturgefahren/mitteilungen.msg-id-88854.html#:~:text=Das%20Fr%C3%BCherkennungs%2D%20und%20Warnsystem%20Trockenheit,betragen%204%2C75%20Millionen%20Franken.>
- Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (2023). Vorratshaltung.
<https://www.bwl.admin.ch/bwl/de/home/themen/pflichtlager.html>.
- Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (2023a). Kunststofffolien im Gartenbau: Rücknahme und Recycling von Agrarfolien.
<https://www.praxis-agrar.de/pflanze/gartenbau/kunststofffolien-im-gartenbau/ruecknahme-und-recycling-von-agrarfolien>.
- Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (2023b). Wie Trockenheit der Landwirtschaft schadet.
<https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/wie-funktioniert-landwirtschaft-heute/wie-trockenheit-der-landwirtschaft-schadet>.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2023). Pflanzenschutzmassnahmen: Physikalische Massnahmen.
<https://www.nap-pflanzenschutz.de/integrierter-pflanzenschutz/pflanzenschutzmassnahmen/physikalische-massnahmen#c7757>.
- Bütikofer N., Vonlanthen T., Hiltbrunner J., Holzkämper A. & Calanca P. (2023). Sorghum: Wo kann diese gut an Trockenheit angepasste Pflanze in der Schweiz angebaut werden?. *Agrarforschung Schweiz*, Vol. 14, S. 24–33.
https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2023/04/024-033_Calanca_Pflanzenbau_Sorghum_DE.pdf.
- Calance, P., Wüst-Galley, C., Guiliani, S. & Erdin, D. (2022). Auswirkungen der Trockenheit auf die Produktivität des Schweizer Grünlands. *Agrarforschung Schweiz*, Vol. 13, S.135–144.
https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2022/08/135-144_Artikel_Calanca_Umwelt_Trockenheit_DE_def.pdf.
- Copernicus Climate Change Services (2022). 2022: a year of extremes.
<https://www.copernicus.eu/en/news/news/observer-2022-year-extremes>.
- Copernicus Climate Change Service (2023). Global Climate Highlights 2022.
<https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2022>.
- De Baan, L. (2020). Verkauf und Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.
<https://2020.agrarbericht.ch/de/umwelt/wasser/verkauf-und-einsatz-von-pflanzenschutzmitteln>.
- Dekumbis, V., Minguely, C., Bouraoui, D., Huber, B., Kopp, M., Marazzi, C., Werdenberg, C., Thoss, H., Perret, M., Müller, M., Ançay, A., Baroffio, C. & Christ, B. (2020). Technischer Leitfaden für die Bekämpfung von *Drosophila suzukii* in Beerenkulturen. *Agroscope Transfer* Nr. 357.
<https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/45314>.
- Demrovsky, C. (2023). Supply Chain And Ukraine Shaped A Hectic Year – What Will 2023 Bring?.
<https://www.forbes.com/sites/chloedemrovsky/2023/01/18/supply-chain-and-ukraine-shaped-a-hectic-year--what-will-2023-bring/>.
- Der Bundesrat (2023a). Abfallwirtschaft, Abfallvermeidung, Abfallplanung, Messung.
<https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/75709.pdf>.
- Der Bundesrat (2023b). Regulierung der Gentechnik im Ausserhumanbereich.
<https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/75134.pdf>.
- Der Bundesrat (2023c). Beratende Kommission für Landwirtschaft unterstützt Sonderbehandlung der neuen gentechnischen Verfahren.
<https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-92666.html>.
- Dyson, E., Helbig, R., Avermaete, T., Halliwell, K., Calder, P.C., Brown, L.R., Ingram, J., Popping, B., Verhagen, H., Boobis, A.R., Guelinckx, I., Dye, L. & Boyle, N. (2023). Impacts of the Ukraine–Russia Conflict on the Global Food Supply Chain and Building Future Resilience. *EuroChices*, Vol. 22(1), S. 14–19.
<https://doi.org/10.1111/1746-692X.12380>.
- Ehrenfeld, J. & Gertler, N. (1997). Industrial Ecology in Practice: The Evolution of Interdependence at Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology*, Vol. 1(1), S. 67–79.
<https://doi.org/10.1162/jiec.1997.1.1.67>.
- Eisenring S., Holzkämper A. & Calanca P. (2021). Wie viel mehr Wasser brauchen Schweizer Kulturen in Zukunft?. *Agroscope Science*, Vol. 107, S. 1–55.
<https://www.agrarforschungschweiz.ch/2021/11/wie-viel-mehr-wasser-brauchen-schweizer-kulturen-in-zukunft/#links>.
- Erntekunststoffe Recycling Deutschland (2022). Recycling von Silofolien leichtgemacht.
<https://www.erde-schweiz.ch/Aktuelles/News/News-Detail?id=170>.

- Europäische Kommission, Generaldirektion Forschung und Innovation (2022). Strategisches Krisenmanagement in der EU.
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/dffc8b4b-801d-11ed-9887-01aa75ed71a1/language-en>.
- Europäische Union (2022a). EU agricultural outlook for markets, income and environment 2022-2032.
https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2023-04/agricultural-outlook-2022-report_en_0.pdf.
- Europäische Union (2022b). Pestizideinsatz und damit verbundene Risiken reduzieren.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/873117/Factsheet_Reducing%20the%20risk_DE.pdf.pdf.
- Europäische Union (2023a). SHORT-TERM OUTLOOK for EU agricultural markets in 2023 (Spring 2023, Edition Nr. 35).
https://agriculture.ec.europa.eu/system/files/2023-04/short-term-outlook-spring-2023_en.pdf.
- Europäische Union (2023b). Drivers of food security.
https://commission.europa.eu/system/files/2023-01/SWD_2023_4_1_EN_document_travail_service_part1_v2.pdf.
- Eurostat (2023). Population projections in the EU.
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?oldid=497115#:~:text=Highlights&text=The%20EU%20population%20is%20projected,to%20419.5%20million%20in%202100.&text=Median%20age%20of%20the%20EU,years%20between%202022%20and%202100_
- Eyer, F. (2023). Das Jordanvirus – eine Übersicht.
<https://www.strickhof.ch/publikationen/das-jordanvirus-eine-uebersicht/>.
- FAO (2021). Scientific review of the impact of climate change on plant pests: A global challenge to prevent and mitigate plant-pest risks in agriculture, forestry and ecosystems.
<http://www.fao.org/3/cb4769en/cb4769en.pdf>.
- Fiankor, D.-D.D., Lartey, A. & Ritzel, C. (2023). Agri-food importing firms amid a global health crisis. Food Policy, Vol. 119, 102507.
<https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2023.102507>.
- Frankfurter Allgemeine (2023). Niedrige Inflation: Warum die Preise in der Schweiz stabil sind. FAZ, 13.02.2023.
<https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/schweiz-sieben-gruende-fuer-die-niedrige-inflation-18675154.html>.
- Freier, B., Gummert, A., Klocke, B., Schwarz, J., Dachbrodt-Saaydeh, S., Kregel, S. & Kehlenbeck, H. (2018). Integrierter Pflanzenschutz. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.).
<https://www.ble-medienservice.de/volumebundle/freedownload/link/hash/6e7019c23447f3ee85b9dabc5cb13b0b/>.
- Gubler, C. (2023). Süsskartoffel Nachernte.
<https://www.strickhof.ch/publikationen/suesskartoffel-nachernte/#:~:text=Die%20S%C3%BCsskartoffelkultur%20etablierte%20sich%20in,den%20Konsumenten%20immer%20beliebter%20werden.>
- Hodel, R. (2022). Insekten als Tierfutter haben Potenzial.
<https://www.bauernzeitung.ch/artikel/tiere/insekten-als-tierfutter-haben-potenzial-402540>.
- Holtman, N., Aguiar, A. & Devadoss, S. (2022). The effects of freer trade on global agriculture. Journal of the Agricultural and Applied Economics Association, Vol. 1(4), S. 446–458.
<https://doi.org/10.1002/jaa2.37>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2023). Synthesis report of the IPCC sixth assessment report (AR6).
https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf.
- Iten, R., Peter, M., Vettori, A. & Menegale, S. (2003). Hohe Preise in der Schweiz: Ursachen und Wirkung (Schlussbereich im Auftrag seco und WSWP).
https://www.seco.admin.ch/dam/seco/de/dokumente/Publikationen_Dienstleistungen/Publikationen_Formulare/Wirtschaftslage/Strukturberichterstattung/Hohe%20Preise%20in%20der%20Schweiz%20-%20Ursachen%20und%20Wirkung%20-%20SB%20Nr.%2019.pdf.download.pdf/Hohe%20Preise%20in%20der%20Schweiz%20-%20Ursachen%20und%20Wirkung%20-%20SB%20Nr.%2019.pdf.
- Kalberer, A., Kawecki-Wenger, D. & Bucheli, T. (2019). Plastikströme in der Schweizer Landwirtschaft und ihr Risikopotenzial für Böden. Agrarforschung Schweiz 10 (11+12), S. 416–423.
<https://www.agrarforschungschweiz.ch/2019/11/plastikstroeme-in-der-schweizer-landwirtschaft-und-ihr-risikopotenzial-fuer-boeden/#links>.
- Kellerhals, M. (2017). Herausforderungen für die Obstzüchtung. Agrarforschung Schweiz, Vol. 8(3), S. 79.
https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2017_03_2255.pdf.
- Kirchherr, J., Reike, D. & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. Resources, Conservation & Recycling, Vol. 127, S. 221–232.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.
- Kohler, K. (2023). Risk and resilience report: National risk assessments of cross-border risks. Center for Security Studies (CSS), ETH Zürich.
<https://css.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/gess/cis/center-for-securities-studies/pdfs/RR-Reports-2023-National-Risk-Assessments-of-Cross-Border-Risks.pdf>.
- Kohli, R. (2020). Wie stark wächst die Bevölkerung der Schweiz bis 2070?
<https://dievolkswirtschaft.ch/de/2020/07/wie-stark-waechst-die-bevoelkerung-der-schweiz-bis-2070/>.

- Kruse, S., Seidl, I. & Stähli, (2010). Informationsbedarf zur Früherkennung von Trockenheit in der Schweiz: Die Sicht potenziell betroffener Nutzergruppen. *Wasser Energie Luft*, 102. Jahrgang, Heft 4, S. 305–308.
<https://www.dora.lib4ri.ch/wsl/islandora/object/wsl%3A7149>.
- Kuske, S., Schweizer, C. & Kölliker, U. (2011). Mikrobielle Rapsglanzkäferbekämpfung: Erste Erfahrungen aus der Schweiz. *Agrarforschung Schweiz*, Vol. 10(2). S. 454–461.
https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/2019/12/2011_10_1705.pdf.
- Laufmann, P. (2023). Schon wieder Dürre! Böden in Italien, Spanien, Frankreich zu trocken.
<https://www.agrarheute.com/land-leben/schon-duerre-boeden-italien-spanien-frankreich-trocken-603685>.
- Lee, R., den Uyl, R. & Runhaar, H. (2019). Assessment of policy instruments for pesticide use reduction in Europe; Learning from a systematic literature review. *Crop Protection*, Vol. 126, 104929.
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104929>.
- Martyshev, P., Nivievski, O. & Bogonos, M. (2023). Regional war, global consequences: Mounting damages to Ukraine's agriculture and growing challenges for global food security.
<https://www.ifpri.org/blog/regional-war-global-consequences-mounting-damages-ukraines-agriculture-and-growing-challenges>.
- McClure, G. (2022). Significant Changes in Cost of Production for 2022 Crops.
<https://agecon.unl.edu/significant-changes-cost-production-2022-crops>.
- Mukherjee, S., Mishra, A. & Trenberth, K.E. (2018). Climate Change and Drought: a Perspective on Drought Indices. *Current Climate Change Reports*, Vol. 4, S. 145–163.
<https://doi.org/10.1007/s40641-018-0098-x>.
- National Centre for Climate Services (2022). Beobachtete Klimaentwicklung in der Schweiz.
<https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home/klimawandel-und-auswirkungen/schweizer-klimaszenarien/beobachtete-klimaentwicklung-in-der-schweiz.html>.
- Neves S.A., Marques, A.C. (2022). Drivers and barriers in the transition from a linear economy to a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 341, 130865.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130865>.
- OECD-FAO (2022). OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031.
<https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/f1b0b29c-en.pdf?expires=1687955662&id=id&accname=oid030182&checksum=DC811101A809AFF28064C4252450F885>.
- Peterson, D.W., Kerns, B.K. & Dodson, E.K. (2014). Climate Change Effects on Vegetation in the Pacific Northwest: A Review and Synthesis of the Scientific Literature and Simulation Model Projections. General Technical Report PNW-GTR-900. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
https://www.climatehubs.usda.gov/sites/default/files/pnw_gtr900.pdf.
- Piglowski, M. (2021). The Intra-European Union Food Trade with the Relation to the Notifications in the Rapid Alert System for Food and Feed. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 18(4), 1623.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18041623>.
- Rieder, P. & Anwander Phan-Huy, S. (1994). Grundlagen der Agrarmarktpolitik (4. Vollst. Überarb. Aufl.). vdf, Hochschulverlag an der ETH Zürich.
- Ritzel, C., Arbenz, A. & von Ow, A. (2022). Ernährungssicherheit der Schweiz 2022: Aktuelle Ereignisse und Entwicklungen. *Agroscope Science* Nr. 135.
<https://doi.org/10.34776/as135>.
- Scharrer, B., Hett, C. & Mann, S. (2023). Alternative Wertschöpfungsketten und Wege der Vertrauensbildung jenseits von Zertifizierungssystemen und Labels. Working Paper NRP 73 (NRP73-WP01-2023), Centre for Development and Environment (CDE), Universität Bern.
https://boris.unibe.ch/178517/1/Scharrer_et-al_2023-Feb_Alternative_Wertsch_pfungsketten.pdf.
- Schweizer Bauernverband (2022). Produzentenpreise müssen weiter steigen!.
<https://www.sbv-usp.ch/de/produzentenpreise-muessen-weiter-steigen>.
- Schweizer Bäcker-Confiseure (2019). Branchenspiegel 2019.
https://swissbaker.ch/wp-content/uploads/2022/06/sbc_branchenspiegel_2019_d.pdf.
- Sostizzo, T., Grabenweger, G. & Steinger, T. (2017). Der Japankäfer – *Popillia japonica*. *Agroscope Merkblatt* Nr. 63.
<https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/36973>.
- Spörri, J. (2022). Wegen extremer Trockenheit: Mehr Vieh als üblich wird geschlachtet – Proviande ruft Schweizer Bauern zur Besonnenheit auf.
<https://www.luzernerzeitung.ch/schweiz/landwirtschaft-wegen-extremer-trockenheit-mehr-vieh-als-ueblich-wird-geschlachtet-proviande-ruft-schweizer-bauern-zur-besonnenheit-auf-ld.2327009>.

Staatssekretariat für Wirtschaft (2022). Freihandelsabkommen.

https://www.seco.admin.ch/seco/de/home/Aussenwirtschaftspolitik_Wirtschaftliche_Zusammenarbeit/Wirtschaftsbeziehungen/Freihandelsabkommen.html.

Swissmill (o.J.). Swissmill setzt auf Upcycling: Verwertung von Mühlennachprodukten für die Produktion von hochwertigen Insektenproteinen.

<https://www.zoi-we-care.ch/>.

U.S. Department of Agriculture (2022). International Agricultural Productivity.

<https://www.ers.usda.gov/data-products/international-agricultural-productivity/>.

Varelas, V. (2019). Food Wastes as a Potential New Source for Edible Insect Mass Production for Food and Feed: A review. *Fermentation*, Vol. 5(3), 81.

<https://doi.org/10.3390/fermentation5030081>.

Velasco-Muñoz, J.F., Aznar-Sánchez, J.A., López-Felices, B. & Román-Sánchez, I.M. (2022). Circular economy in agriculture. An analysis of the state of research based on the life cycle. *Sustainable Production and Consumption*, Vol. 34, S. 257–270.

<https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.09.017>.

von Ow, A. & Ritzel, C. (2021): Indikator- und Frühwarnsystem für die Ernährungssicherheit. In: 31. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie, Tagungsband 2021.

https://oega.boku.ac.at/fileadmin/user_upload/Tagung/2021/OEGA-TAGUNGSBAND_2021.pdf

Wasem, D. & Probst, S. (2020). Bedeutung der Tierernährung für die Verwertung von Le-bensmittel-Nebenprodukten. *Agrarforschung Schweiz* 11, S. 238–243.

<https://doi.org/10.34776/afs11-238>.

Werthmüller, J. (2017). VMVenturia: neues Prognosemodell für den Apfelschorf. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau*, Nr. 8/2017.

https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/obstbau/dienste/beobachtungen/_jcr_content/par/columncontrols/items/1/column/externalcontent_1620425238.bitexternalcontent.exturl.pdf/aHR0cHM6Ly9pcrmEuYWdyb3Njb3BILmNoL2RILUNIL0FqYXGvRW/luemVscHVibGlrYXRpb24vRG93bmxvYWQ_ZWluemVscHVibGlrYXRpb25JZD0zNzQwOQ==.pdf.

World Trade Organization (2023a). Regional Trade Agreements Database.

<https://rtais.wto.org/UI/PublicMaintainRTAHome.aspx>.

World Trade Organization (2023b). Report shows increase in trade restrictions amidst economic uncertainty, multiple crises.

https://www.wto.org/english/news_e/news22_e/tmwto_06dec22_e.htm.

World Trade Organization (2023c). DDG Paugam: Trade is essential in responding to food security crisis.

https://www.wto.org/english/news_e/news23_e/ddgjp_20apr23_e.htm

6 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Globale Indikatoren zu Landwirtschaftsflächen, Temperaturanomalien und Nahrungsmittelpreisen.....	8
Abbildung 2: Globale Indikatoren zu Produktion, internationalem Handel (Exporte) und Lagerbeständen für ausgewählte Produkte aus Landwirtschaft und Fischerei	9
Abbildung 3: Indikatoren zu Landwirtschaftsflächen, Temperaturanomalien und Produzentenpreisen für die Europäische Union.	11
Abbildung 4: Indikatoren zu Produktion, internationalem Handel (Exporte und Importe) und Lagerbeständen für ausgewählte Produkte aus Landwirtschaft und Fischerei für die Europäische Union (EU27).	12
Abbildung 5: Indikatoren zu Landwirtschaftsflächen, Temperaturanomalien und Produzentenpreisen für die Schweiz.....	14
Abbildung 6: Indikatoren zu Produktion, internationalem Handel (Importe und Exporte) und Lagerbeständen für ausgewählte Produkte aus Landwirtschaft und Fischerei für die Schweiz.	15
Abbildung 7: Indikatoren zu Flächennutzung und Tierbeständen in der Schweiz.	16
Abbildung 8: Indikatoren zu Nahrungsmittel-Bilanz und Selbstversorgung in der Schweiz.	17
Abbildung 9: X-Struktur der Märkte im Lebensmittelsektor (Rieder & Anwander Phan-Huy, 1994).....	20
Abbildung 10: Pyramide integrierter Pflanzenschutz (Bundesamt für Landwirtschaft, 2022c).	21